UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1949 — N° 43

Les Maladies du Carrefour lombo-sacré dans les scolioses

(de la pathogénie des scolioses essentielles)

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement en Juillet 1949

PAR

Raymond BRUNNER-FERRÉ

Membres du Jury

MM. VIRENQUE . . . *Président*
CALVET . . . . . *Assesseurs*
MOREL . . . . . *Assesseurs*
MARQUÈS . . . . *Assesseurs*
DIEULAFE. . . . *Suppléant*

TOULOUSE
IMPRIMERIE P. JULIA, 2, RUE TEMPONIÈRES

1949

Les Maladies

du

Carrefour lombo-sacré

dans

les Scolioses

(de la pathogénie des scolioses essentielles)

UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1949 N° 43

Les Maladies du Carrefour lombo-sacré dans les scolioses

(de la pathogénie des scolioses essentielles)

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement en Juillet 1949

PAR

Raymond BRUNNER-FERRÉ

Membres du Jury

MM. VIRENQUE ... *Président*

CALVET ..... *Assesseurs*

MOREL ..... *Assesseurs*

MARQUÈS .... *Assesseurs*

DIEULAFÉ. ... *Suppléant*

TOULOUSE

IMPRIMERIE P. JULIA, 2, RUE TEMPONIÈRES

.1949

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

DOYEN. . . . . MM. LEFEBVRE.
ASSESSEUR. . . . . BRUSTIER.
Doyens honoraires. . . . . GORSE — CALVET.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ARGAUD CLERMONT — MM. RISPAL LAFFORGUE — MM. MERIEL GARIPUY — MM. RIBAUT. SERR.

PROFESSEURS

Clinique de neurologie et de psychiatrie. . . . . MM. RISER.
Clinique médicale. . . . . TAPIE (J.), ROQUES.
Clinique obstétricale. . . . . GUILHEM.
Physiologie. . . . . SOULA.
Clinique chirurgicale et du Cancer. . . . . DUCUING.
Physique biologique et médicale. . . . . BUGNARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques. . . . . NANTA.
Chimie et Toxicologie. . . . . BRUSTIER.
Pathologie générale et médecine expérimentale. . . . . SENDRAIL.
Clinique chirurgicale et gynécologie. . . . . LEFEBVRE.
Anatomie. . . . . VALLOIS, LAZORTHES.
Histoire naturelle. . . . . DELAS.
Clinique médicale infantile et puériculture. . . . . SOREL R.
Pharmacie. . . . . CAUJOLLE.
Pathologie interne et Clinique des Maladies de la Tuberculose. . . . . MOREL.
Bactériologie, hygiène, médecine sociale. . . . . ANDRIEU.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie. . . . . VIRENQUE.
Clinique des maladies des voies urinaires. . . . . FABRE (P.).
Matière médicale. . . . . VINCENT.
Hydrologie thérapeutique et climatologie. . . . . MERIEL
Anatomie pathologique. . . . . FABRE (J.).
Clinique O. R. L. et de chirurgie maxillo-faciale. . . . . CALVET.
Clinique ophtalmologique. . . . . CALMETTES.
Chimie biologique. . . . . VALDIGUIÉ (P.)
Médecine légale et du Travail. . . . . PLANQUES.
Histologie et Embryologie. . . . . BROUSSY.
Médecine Sociale. . . . . BOUNHOURE.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Physiologie. . . . . BAISSET.
Anatomie. . . . . COULOUMA.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

Anatomie. . . . . MM. POULHÈS ch. de f.
Histologie. . . . . BIMES, ch. de f.
Médecine. . . . . GADRAT, DARNAUD, GERAUD, DARDENNE, LAPORTE (J.)
Chirurgie. . . . . GRIMOUD, RIEUNAU, DIEULAFE.
Obstétrique. . . . . DAMBRIN (P.).
Odonto-Stomatologie. . . . . PONTONNIER ch. de f.
Ophtalmologie. . . . . CADENAT.
Physique médicale. . . . . DEODATI.
Pharmacie. . . . . MARQUÈS.
Chimie générale pharmaceutique. . . . . COUTURIER.
Histoire naturelle pharmaceutique. . . . . BLANC.
Mme DULUCQ-MATHOU.

BIBLIOTHEEK LEIDEN

COURS COMPLÉMENTAIRES

Cours d'obstétrique aux élèves sages-femmes. . . . . MM. GUILHEM.
Cours d'anatomie physiologique et pathologie élémentaire aux élèves sages-femmes. . . . . GUILHEM.
Chimie biologique. . . . . VALDIGUIÉ (P.).
Chimie minérale. . . . . BLANC.
Physique pharmaceutique. . . . . AUVERGNAT.
Dermatologie et Syphiligraphie. . . . . BAZEX.
Législation pharmaceutique. . . . . BOUISSET.
Microbiologie. . . . . BOUISSET.
Clinique de la Tuberculose. . . . . MOREL L., DAMBRIN (P.)
Parasitologie. . . . . LASSERRE.
Botanique et Cryptogamie. . . . . Mme DULUCQ-MATHOU.
Chimie analytique. . . . . MM. BLANC.
Hydrologie et géologie. . . . . ASTRE.
Anatomie médico-chirurgicale. . . . . THOMAS.
Pharmacodynamie. . . . . BAÏSSET.
Bactérioologie et Hygiène. . . . . LAPORTE.
Urologie. . . . . LHEZ.
Ophtalmologie. . . . . DEODATI.
Neuro-chirurgie. . . . . LAZORTHES.
Oto-Rhino-Laryngol. . . . . CLAUX.

Secrétaire de la Faculté. . . . . ARGILAS

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
(Délibération en date du 12 mai 1891.)

JE DEDIE CE TRAVAIL :

A LA MEMOIRE DE CEUX QUI ME SONT CHERS

Ma pieuse pensée.

A MA GRAND'MERE

A MES PARENTS

Auxquels je dois tant en exemple et en affection.

A MA TANTE

A MA FEMME

A MES BEAUX-PARENTS

A TOUS LES MIENS

A Monsieur et Madame J. IBAR

En remerciement de toutes les bontés dont ils m'ont toujours entouré.

A Monsieur et Madame G. NEGRE

En reconnaissance et en souvenir d'une courageuse et généreuse hospitalité.

Au Lieutenant A. LABOUDIGUE

Croix de guerre avec Palmes
Médaille de la Résistance
Médaille des Evadés

Le meilleur des Chefs dans la Résistance et le plus fidèle des amis.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR L. BUGNARD

Professeur de Physique Médicale et Biologique
Directeur de l'Institut National d'Hygiène

Qui ne se départit jamais d'une grande bonté à notre égard. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre admiration et de notre respectueux attachement.

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur Jacques VIRENQUE

Professeur de Clinique Chirurgicale Infantile et d'Orthopédie

Qui nous inspira le sujet de cette thèse et qui fut pour nous un Maître bienveillant. Qu'il trouve ici le témoignage respectueux de notre vive gratitude.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur CALVET

Professeur de Clinique Oto-Rhino-Laryngologique
et de Chirurgie Maxillo-faciale
Laryngologiste du Centre Régional Anti-Cancéreux
Chevalier de la Légion d'honneur

Avec toute notre profonde reconnaissance pour la compréhension et les encouragements que nous avons toujours trouvés auprès de lui.

Monsieur le Professeur MOREL

Professeur de Pathologie Interne
et clinique des maladies de la Tuberculose

Qui nous suivit avec beaucoup de bienveillance durant nos études. Hommage de notre profond respect.

Monsieur le Professeur MARQUES

Professeur Agrégé de Physique Médicale
Directeur du Centre Régional Anti-Cancéreux

Pour l'enseignement que nous avons trouvé auprès de lui. Que notre Maître accepte l'expression de notre gratitude pour l'accueil aimable qu'il nous fit dans son Service.

Monsieur le Professeur DIEULAFE

Professeur Agrégé à la Faculté

Qui nous fit l'honneur de bien vouloir siéger à notre jury.

A Monsieur le Professeur CLERMONT

Professeur Honoraire à la Faculté de Médecine
Officier de la Légion d'honneur

A Monsieur le Professeur PLANQUES

Professeur de Médecine Légale et de Médecine du Travail
Médecin des Hôpitaux

A Monsieur le Professeur GUILHEM

Professeur de Clinique Obstétricale

Qu'ils daignent accepter l'expression de notre reconnaissance pour l'excellence de leur enseignement et leur grande bienveillance.

A Monsieur le Professeur LACHAPELE

Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux
Directeur du Centre Anticancéreux de Bordeaux
Radiologiste des Hôpitaux

Hommage respectueux.

A Monsieur le Docteur PONS

Electro-Radiologiste en chef des Hôpitaux

Pour son enseignement et sa bienveillance.

A Monsieur le Médecin Commandant JAMMES

Ancien Assistant du Val-de-Grâce
Electro-Radiologiste des Hôpitaux Militaires
Médecin-chef du Centre d'Electro-Radiologie de la 17e Région

Pour la cordiale sympathie qu'il nous a toujours manifestée.

A Monsieur le Docteur CAHUZAC

Ancien Interne des Hôpitaux
Ancien Chef de Clinique Chirurgicale infantile
et d'Orthopédie à la Faculté
Assistant en Chirurgie des Hôpitaux

A qui nous devons des observations et des radiographies pour notre Diplôme d'électro-radiologie. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression amicale de notre reconnaissance.

A Monsieur le Docteur OLLE

Ancien Interne des Hôpitaux
Ancien chef de Clinique Chirurgicale infantile
et d'Orthopédie à la Faculté
Assistant en Chirurgie des Hôpitaux

En témoignage de notre amitié.

A TOUS MES MAITRES DES HOPITAUX
ET DE LA FACULTE DE MEDECINE DE TOULOUSE

A MES CAMARADES D'ELECTRO-RADIOLOGIE
DES HOPITAUX ET DE FACULTE

A TOUS MES AMIS

INTRODUCTION

Longtemps considérée par les classiques comme exceptionnelle, parce que coïncidant avec d'autres malformations beaucoup plus importantes elle était passée inaperçue, la scoliose congénitale est aujourd'hui bien connue par les nombreuses publications qui lui ont été consacrées.

Différents auteurs ont en effet attaché leur nom à l'étude de la scoliose congénitale. C'est à MÉRY, que semble cependant revenir l'honneur de l'avoir le premier signalée en 1700 chez un sujet porteur de nombreuses malformations. Mais jusqu'en 1895, cette affection avait été traitée assez sommairement faute de moyens d'investigation chez le vivant. La découverte des rayons X par ROENTGEN la même année apporte aux chercheurs d'immenses possibilités.

MOUCHET devait le premier avec BROCA comprendre l'intérêt de l'association de la clinique et de la radiographie dans l'exploration de la colonne vertébrale pour la recherche du substratum anatomique de la scoliose congénitale. C'est ainsi qu'ils publièrent en 1898 chez une fillette de huit ans, la première observation de scoliose congénitale établie par la radiographie qui montra l'origine de la scoliose : une hémi-vertèbre lombaire surnuméraire.

Depuis, bien des auteurs ont repris le sujet et ont apporté avec différentes observations leur expérience personnelle, de sorte que le domaine de la scoliose congénitale a été longuement exploré. M. le Professeur VIRENQUE nous a confié ce travail qui nous permettra de faire le point et, en nous accueillant à la Clinique de Chirurgie Infantile et d'Orthopédie de la Faculté de Médecine de Toulouse, nous a permis de puiser dans les archives du Service. Notre Maître a bien voulu nous guider dans notre travail et nous aider de ses conseils : qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre immense gratitude.

***

Avec l'approbation de nos Maîtres, le Professeur VIRENQUE et le Professeur MARQUÈS, nous diviserons notre travail en

deux parties qui seront successivement l'objet de notre Thèse et de notre Diplôme d'Electro-radiologie.

Dans la première partie de notre travail :

1° Nous commencerons d'abord par définir la scoliose congénitale. Nous verrons ainsi qu'il ne faut pas trop prendre à la lettre le terme de congénitalité, mais lui donner, au contraire, une certaine souplesse, qui permette d'étendre dans le temps le substratum réel de la scoliose.

2° Ensuite, l'embryologie normale de la colonne vertébrale et du carrefour lombo-sacré nous permettra de mieux comprendre les vices de différenciations régionales que nous traiterons dans notre diplôme.

3° De plus, il nous semble indispensable, avant d'aborder l'étude radiologique de la région, d'en posséder une connaissance anatomique précise, afin de la projeter dans l'espace et de superposer à cette image réelle le cliché radiographique.

D'autre part, l'architecture osseuse de ces éléments, nous montrera comment se distribuent les pressions à leur niveau et quel rôle précis il convient de leur attribuer.

4° Puis nous verrons dans quelles conditions « mécaniques » étonnantes l'articulation lombo-sacrée peut exercer sa physiologie et dans quelle mesure la conquête par l'homme de la station verticale a pu retentir sur le dynamisme de ses éléments.

5° Nous nous étendrons ensuite longuement sur toutes les techniques radiologiques qui mettent en évidence toutes les maladies du carrefour lombo-sacré et leur retentissement sur le rachis lombaire.

Nous verrons les conditions de l'examen radiologique et nous ne considérerons comme vraiment intéressants pour le bilan vertébral que les clichés en station verticale qui respectent les conditions physiologiques de la statique et fixent le malade dans son attitude pathologique.

6° L'étude des clichés dans différentes incidences montrera les difficultés de la séméiologie radiologique normale de la région, et mettra à la disposition du praticien le « schéma » de la scoliose, indispensable graphique montrant l'évolution, ou au contraire la fixation de l'attitude pathologique.

7° Nous conclurons sur l'indispensable association de la clinique et de la radiographie dans le diagnostic, l'initiative thérapeutique et le pronostic de la scoliose congénitale.

Dans une deuxième partie, notre Diplôme d'Electro-radiologie nous permettra de nous étendre longuement sur les maladies du carrefour lombo-sacré qui sont à l'origine des scolioses congénitales.

DÉFINITION

Il n'y a pas une, mais des scolioses congénitales (MOUCHET et RŒDERER.)

Avant d'entreprendre ce travail, il nous semble utile de limiter notre sujet en essayant de donner une définition de la scoliose congénitale.

Le dictionnaire médical au terme scoliose nous livre la formule suivante « *scoliose, du grec* σκολιός *tortueux, déviation latérale du rachis* ». Cette définition nous apparaît déjà bien incomplète, elle ne consacre pas la scoliose comme un état permanent non susceptible de correction par un mouvement volontaire : or, la scoliose est une déviation latérale et permanente. C'est dire que nous excluons d'emblée les « *attitudes scoliotiques* ». Celles-ci réductibles à l'examen se présentent à la radiographie comme de simples inflexions, où les corps vertébraux conservent leur morphologie normale ; elles sont, en général, qualifiées de « postures défectueuses » chez les écoliers ou les apprentis. Cependant, il ne faut pas les négliger et les considérer comme mineures, car elles peuvent être le point de départ d'une véritable scoliose qui débute par des troubles de croissance, soit au niveau des disques, soit au niveau des épiphyses ; l'ensemble est désigné par SAIDMAN sous le nom de « *syndrome ostéochondrosique juvénil* ».

Nous ne parlerons pas non plus de ces « *dystonies d'attitude* » sur lesquelles LOMBARD a si longuement insisté. Pour cet auteur, la scoliose « dans ces formes diverses est bien la manifestation d'une perturbation grave ou légère dans la distribution du tonus musculaire ; le problème est là tout entier, exception faite peut-être des malformations congénitales ». Il va sans dire que nous n'approuvons pas cette prudente restriction, bien que nous ayons été séduit par les arguments biologiques et physiologiques de cet auteur. Cer-

tes, l'insuffisance de certains secteurs musculaires peut être à l'origine de malformations vertébrales ; celles-ci, légères à leur début chez l'enfant, prennent de l'importance dans le temps et dans l'espace et l'ossification les fixe secondairement. C'est le cas de certaines altérations morphologiques que l'on voit survenir chez quelques sujets où l'on trouve un facteur familial commun d'une « insuffisance héréditaire de résistance du tissu osseux » (Lance et Ombredanne). Sur cette colonne malléable, toute cause pathologique, endocrinienne par exemple, influençant le tonus musculaire permet des déformations du rachis par la mauvaise répartition des charges au niveau des os et des articulations : la loi de Delpech indique le sens dans lequel se fera la déformation. Mais comment une action purement neuro-musculaire pourrait-elle influencer l'ossification de l'édifice vertébral au point d'obtenir des malformations comme la sacralisation, la lombalisation, l'hémi-vertèbre si souvent à l'origine de troubles statiques ? C'est pourquoi, bien que partisan de la théorie de Lombard, nous admettons difficilement cette restriction dans le domaine de la congénitalité.

On retrouvera cette insuffisance des haubans musculaires dans la *scoliose paralytique*, dont la polyomyélite antérieure aiguë est le plus souvent responsable ; à côté des scolioses de la paralysie infantile prennent place également celles de la syringomyélie et celles de la maladie de Friedreich.

Parler de scolioses congénitales ne veut pas dire que cette affection soit « forcément » une scoliose du début de la vie, car une scoliose en germe à la naissance n'est pas obligatoirement visible cliniquement ou radiologiquement à cette époque ni même dans les premières années de la vie. Différents auteurs ont décrit des déformations rachidiennes dont l'apparition tardive ne peut cependant n'être rattachée qu'à une malformation congénitale du « germe », accrue au cours de la croissance de l'individu : aussi le « terme de scoliose essentielle des adolescents » ne serait-il pas sujet à révision ou tout au moins ne devrait-on pas l'employer avec plus de circonspection ? Déjà en 1914, Desfosses, frappé par un certain nombre de faits et sans doute aussi par les argu-

ments de Bohm reconnaissait à la « scoliose juvénile idiopathique » son caractère embryonnaire, bien qu'elle « ne se manifeste cliniquement que dans la première moitié ou deuxième décennaire de la vie ».

En outre, les scolioses les plus précoces ne sont pas les plus redoutables. Nous éliminons ici, bien entendu, ces scolioses constatées à la naissance qui rentrent elles aussi dans la catégorie des « scolioses d'attitude ». En effet, l'enfant développé dans un utérus étroit (gemellarité, oligamnios, etc...) est porteur d'une déviation du rachis qui ne présente aucune anomalie osseuse ; « il s'agit d'une scoliose transitoire qui, le plus souvent, guérit sans laisser de trace, par le maintien de l'enfant durant quelques semaines dans un lit de plâtre, de feutre ou de gutta percha » (Mouchet et Roederer). Dans les scolioses vraies, ces mêmes auteurs affirment que précocité ne signifie pas obligatoirement gravité et qu'en « forçant à peine la vérité on pourrait dire que ce sont, au contraire, les scolioses du premier âge qui donnent lieu aux moindres déformations » ; ceci s'avère exact dans un certain nombre de cas.

En résumé, nous définirons la scoliose congénitale comme *une malformation embryonnaire qui souvent, cliniquement muette et radiologiquement invisible à la naissance ou dans les premières années de la vie, s'extériorise tardivement sous l'influence de l'ossification prolongée du système vertébral.*

EMBRYOLOGIE

La nature des choses est bien plus aisée à concevoir lorsqu'on les voit naître peu à peu que lorsqu'on ne les considère que toutes faites. (DESCARTES).

Bien que notre étude n'embrasse pas tout le rachis mais une région bien précise, le carrefour lombo-sacré, il n'est pas possible de la dissocier de tout le système vertébral car, au point de vue embryologique, elle participe au même processus.

D'une façon théorique, la formation du rachis passe par trois phases : membraneuse, cartilagineuse, osseuse. Si cette division offre du point de vue didactique quelque commodité, il n'en demeure pas moins vrai que la réalité embryologique ne nous permet pas de situer aussi exactement dans le temps et dans l'espace cette évolution: en effet, une phase commence quand la précédente n'est pas encore achevée.

PREMIÈRE PHASE OU PHASE MEMBRANEUSE

Elle débute chez l'embryon autour d'un axe directeur qui va guider toute la morphogénèse de la colonne vertébrale : c'est la *chorde dorsale* (V. BAER) ou *notochorde* (O. OWEN). Elle s'étend de la membrane pharyngée à l'extrémité caudale de l'embryon. Elle a pour origine les cellules siègeant dans l'axe de l'endoderme (VAN BENEDEN) et « se produit initialement par gemmation cellulaire à la face adhérente de l'endoderme qui jusque là n'était composée que d'une seule rangée de cellules ». (DIEULAFÉ). Vers la cinquième semaine (embryon de 10 mm.), la chorde est enveloppée d'une gaine de *mésenchyme* ou *couche squelettogène.*

A cette phase, nous avons donc une colonne vertébrale membraneuse sans aucune trace de segmentation. Elle com-

prend en outre deux canaux : l'un antérieur ou inférieur embrasse la chorde dorsale, l'autre postérieur ou supérieur contient la moelle (Dieulafé).

Deuxième phase ou phase cartilagineuse

Vers la huitième semaine, chez l'embryon de 21 mm. commence la deuxième phase de la morphogénèse de la colonne vertébrale.

Le manchon mésenchymateux, dont nous avons déjà parlé, va, par des lignes transversales, se segmenter et former ainsi des masses quadrilatères qui sont les segments primordiaux ou *protovertèbres*, dont le devenir est musculaire. A ce moment, commence véritablement la phase cartilagineuse de la colonne vertébrale puisque des noyaux cartilagineux vont apparaître dans ce même mésenchyme. Mais la segmentation qui préside à la destinée du squelette cartilagineux ne se fait pas aux mêmes endroits que la segmentation qui crée les protovertèbres. En effet « chaque vertèbre cartilagineuse prend la place de la moitié inférieure de la protovertèbre située au-dessus et de la moitié supérieure de celle située au-dessous » (Dieulafé). Chaque vertèbre ainsi formée, possède deux points cartilagineux placés de part et d'autre de la ligne médiane. Le rôle de la chorde jusqu'ici primordial, va maintenant passer à l'arrière-plan du tableau embryologique : elle va s'atrophier et cesser de croître à l'intérieur des corps vertébraux pour continuer à se développer au niveau des espaces intervertébraux pour former le *globulus pulposus* du disque intervertébral.

Cependant, certains auteurs refusent à la chorde dorsale ce rôle de deuxième plan, pour lui accorder une mission plus noble et plus active. En effet, Argaud et Clermont la considèrent chez les mammifères et chez l'embryon humain en particulier « comme une glande éphémère, très étirée, sécrétant une substance albumino-calcaire qui amorce l'ossification vertébrale ». Son trouble sécrétoire serait-il à l'origine de certaines malformations vertébrales ?

Troisième phase ou phase d'ossification

Avant que le processus de chondrification ne soit complètement terminé, certains noyaux osseux apparaissent déjà vers la sixième semaine, tandis que les autres plus tardifs ne feront leur apparition que vers la dixième. Ainsi, le stade d'ossification ne débute-t-il réellement que chez l'embryon de 57 mm. Cette phase primordiale pour l'avenir de la colonne vertébrale est marquée par l'apparition de *points osseux* appelés *points osseux primitifs*. A ceux-ci s'adjoindront vers la dixième année, d'autres points dits *points osseux complémentaires* qui « hâteront, semble-t-il, l'ossification ». (Le-Van-Tri). Notons que d'après Passebois, l'envahissement du corps par les vaisseaux se fait chez l'embryon de 80 mm. : des petits vaisseaux pénètrent horizontalement dans le corps vertébral pour se diriger en « rayons de roue » vers le centre de celui-ci mais s'arrêtent à peu de distance du bord.

Nous étudierons donc l'évolution morphologique de la colonne vertébrale par l'apparition successive des points osseux primitifs et complémentaires.

a) *Points osseux primitifs.*

Aux différents étages de la colonne vertébrale, la distribution des points osseux primitifs présente des variations, non de nombre mais de topographie ; aussi, n'envisagerons-nous qu'une vertèbre schématique destinée à fixer ces points dans l'espace, pour être plus précis au niveau du carrefour lombo-sacré.

La vertèbre type comprend d'après Sappey trois points osseux primitifs que l'on distingue d'après leur situation en médian et latéraux.

Le point *médian ou central* pour le corps vertébral comprend en réalité deux points d'après Serres et quelques anatomistes : l'un principal, médian ; l'autre accessoire, placé en arrière du premier. Ces points très rapprochés se confondent rapidement.

Les *points latéraux* répondent aux apophyses articulaires. De leur côté postérieur naissent les lames et l'apophyse épineuse ; de leur côté antérieur les pédicules ; de leur côté externe l'apophyse transverse : le point costal très développé au niveau des vertèbres dorsales formera les côtes.

Mais Putti en 1909 devait publier des travaux qui remanient cette construction embryologique, surtout dans la disposition des points du corps. De plus son schéma embryologique a l'avantage d'expliquer clairement une partie des malformations congénitales, aussi sert-il généralement de base dans la nomination de ces malformations*. Donc pour cet auteur l'ossification vertébrale se fait par six points : deux antérieurs constituant le corps vertébral ; deux latéraux pour les pédicules, les masses latérales et les apophyses transverses ; deux postérieurs pour les lames et l'apophyse épineuse.

Fig. 1. — *Les 6 noyaux d'ossification d'une vertèbre type* (d'après Putti)

Ces deux théories embryologiques ne diffèrent l'une de l'autre que par la topographie des noyaux du corps verté-

(*) 1. *Rachischisis postérieur* par absence de soudure de l'arc postérieur sur la ligne médiane. — 2. *Rachischisis antérieur* par absence de soudure des deux points du corps. — 3. *Rachischisis latéral* par absence de soudure de l'arc neural avec le corps. — 4. *Hémispondyle* par agénésie d'une moitié de la vertèbre. — 5. *Hémisoma* par agénésie d'un des points du corps. — 6. *Asoma* par agénésie des deux points. D'autres travaux (Junghans, Diethelm, Saidman) sur les « fentes vertébrales » vues à la radiographie permet de dresser à Saidman un schéma résumant les 28 principales malformations vertébrales (aspect axial ou de profil).

bral. A ce sujet deux parties s'opposent : la première avec Serres, Sappey, Schmorl, Junghans, pense que les deux noyaux ont une situation antéro-postérieure, c'est-à-dire, un ventral, un dorsal; la seconde avec Putti et les auteurs américains leur donne au contraire, une position paramédiane, c'est-à-dire un droit, un gauche. Sur ce sujet difficile et très contreversé (d'autres auteurs, Bade et Mall, n'affirment-ils pas que le noyau du corps est unique), les récents travaux de Schinz et Toendury (Zurich) apportent de nouvelles précisions. Leur travail est basé sur l'examen radiographique du rachis de nombreux fœtus, sous diverses incidences, joint à l'étude de coupes microscopiques et à la reconstruction à l'aide de modèles en cire.

Schinz et Toendury pensent en effet que les auteurs les plus récents parmi lesquels Schmorl, Junghans et les Américains, font une erreur quand ils admettent que le noyau est formé de deux parties plus ou moins symétriques et ils le démontrent de la façon suivante :

La formation des corps vertébraux a pour point de départ deux noyaux mésenchymateux et symétriques qui se fusionnent bientôt en un seul. Les ébauches cartilagineuses, d'abord doubles aussi, s'unissent également en donnant une vertèbre cartilagineuse unique dans laquelle va apparaître un noyau de calcification. Mais ce premier noyau est ultérieurement dissout par suite de la prolifération des vaisseaux qui viennent s'y enfoncer, ébauchant la moelle primitive. De l'endroit de leur pénétration et de leur direction dépend, en grande partie, la forme du noyau d'ossification qui comprendra encore, dans son centre pendant un certain temps, un espace médullaire primitif unique, ainsi que les restes du noyau cartilagineux.

Mais si la fusion des zones antérieures et postérieures de l'espace médullaire primitif qui prélude à la formation du noyau *ne se produit que tardivement*, ce dernier peut apparaître formé de deux parties plus ou moins symétriques donnant *l'impression d'un noyau pair*, d'où l'erreur.

Quant à l'ordre d'apparition des points médians et des points latéraux il n'est pas le même aux différents étages du

rachis. Notons qu'à l'encontre des vertèbres cervicales, le point médian est le premier en date dans la région lombaire et sacrée où il apparaît respectivement de 2 mois et 1/2 à 3 mois et de 3 à 4 mois. C'est à la suite de l'apparition du point médian que vont se manifester les points latéraux. C'est d'ailleurs ce que la radiographie a montré à ALEXANDER en 1903. En effet d'après cet auteur, les points osseux des arcs apparaissent d'abord au niveau de l'atlas et ensuite successivement sur les vertèbres situées de plus en plus caudalement (fig. 2). Le point du corps apparaît au niveau des dernières dorsales, puis à partir de là, sur les vertèbres plus crâniales et sur les vertèbres plus caudales ; la progression crâniale étant plus rapide que la caudale (elle se ferait simultanément pour SCHINZ et TOENDURY).

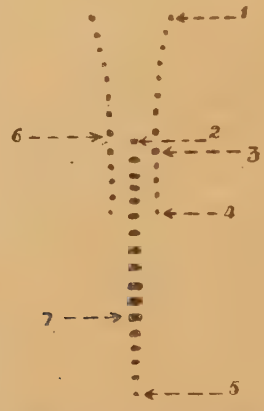

Fig. 2. — *Schéma de l'ossification des vertèbres* (d'après ALEXANDER, in HOVELACQUE)
1 : arc C1 ; 2 : corps C7 ; 3 : arc D1 ; 4 : arc D6 ; 5 : corps L5 ; 6 : arc D1 ; 7 : corps D12.

Vers le milieu de la gestation, tous les points primitifs sont donc en place dans la charpente vertébrale. Mais si les lames des vertèbres existent, elles ne sont pas soudées : le canal vertébral n'est fermé en arrière que par une mince lame de cartilage et en avant, il reste ouvert de chaque côté.

Soudure des points primitifs :

La soudure des points primitifs se fait d'une façon particulière. Les points latéraux se soudent d'abord entre eux, et aussi le canal vertébral se fermera-t-il toujours en arrière avant de se fermer sur les côtés. Ainsi, six mois après la naissance, les lames des vertèbres lombaires sont réunies, tandis que celles des vertèbres sacrées le seront vers la dixième année. La soudure de ces lames se fait initialement du côté du canal rachidien, et « leur soudure s'étend ensuite d'avant en arrière, c'est-à-dire de l'intérieur à l'extérieur » (Sappey)

Le canal étant fermé en arrière par l'union des points latéraux (noyau de l'arc), va se trouver bientôt complètement cerclé par la soudure de ces mêmes points au point médian: (noyau du corps) cette fusion se fera de 4 à 6 ans (Sappey), de 3 à 8 ans (Disse); mais il existe encore des traces de cartilage entre les deux noyaux jusqu'à 14 ans environ (Schmorl). La morphologie de la vertèbre est maintenant presque complète, elle atteindra sa forme définitive par l'addition de points complémentaires.

b) *Points osseux complémentaires :*

Si les points osseux primitifs étaient numériquement constants, dans toute la charpente vertébrale, les points complémentaires par contre, varient suivant les étages.

Cependant, pour rester toujours schématique on peut ainsi les situer :

1° Deux points complémentaires pour les disques épiphysaires ; ce sont des lames annulaires minces qui recouvrent les faces inférieures et supérieures du corps vertébral ;

2° Un point pour le sommet de l'apophyse transverse ;

3° Un point pour les apophyses articulaires supérieures;

4° Un point pour les apophyses articulaires inférieures;

5° Un point pour le sommet de l'apophyse épineuse (double au niveau des vertèbres cervicales).

« Ces points complémentaires se développent vers la dix-huitième année » (Rouvière).

DEVELOPPEMENT DES VERTEBRES LOMBAIRES SACREES

Les vertèbres lombaires et sacrées ne diffèrent pas essentiellement du moule embryologique déjà décrit. Cependant, la position capitale de la cinquième lombaire et du sacrum dans la statique vertébrale fait que nous nous arrêterons longuement sur leur développement. C'est ainsi que nous pourrons mettre en évidence la génèse de certaines malformations ou maladies du carrefour lombo-sacré, dont le retentissement sur la statique vertébrale n'est plus à démontrer et qui s'extériorisent le plus souvent par une scoliose lombaire.

A) Les vertèbres lombaires :

Le schéma embryologique est conservé ; c'est ainsi que les vertèbres se développeront par l'apparition de points osseux primitifs auxquels s'ajouteront des points d'ossification secondaire.

1° *Points primitifs* : qui apparaissent dans le cartilage à la fin du deuxième mois de la vie intra-utérine.

— Le point médian est « double » aussi au niveau des lombaires.

— Les points latéraux sont semblables à ceux que nous avons déjà décrits.

2° *Points complémentaires :* ils apparaissent de 14 à 16 ans: ils sont au nombre de sept : un, pour l'apophyse épineuse ; un pour chaque apophyse transverse; deux pour le corps; un, pour le plateau supérieur ; un, pour le plateau inférieur; deux pour les tubercules mamillaires.

— *Soudure :* les deux points latéraux s'unissent tout d'abord l'un à l'autre vers l'âge de 2 ans et ferment en arrière l'anneau vertébral : au niveau de L5, la fermeture est plus tardive puisqu'elle se fait vers 4 ans et demi environ. Quant à la soudure des divers points complémentaires, elle s'opère à 18 ans pour les points épiphysaires des apophyses transver-

ses, de 19 à 20 ans pour les points épiphysaires des apophyses épineuses, de 20 à 25 ans pour les lamelles annulaires de faces supérieures et inférieures du corps.

B) Les vertèbres sacrées :

L'aspect tourmenté du sacrum fait déjà préjuger de la complexité de son développement, d'autant plus que cet os ne comprend pas moins de 35 à 40 points d'ossification. Nous simplifierons à l'extrême : ainsi nous étudierons d'abord l'apparition des points osseux primitifs puis celle des points complémentaires pour insister enfin sur les troubles de son développement.

Comme l'exprime Testut, les pièces sacrées « ont la signification et la valeur d'une vertèbre ». On retrouvera donc à leur niveau le même moule embryologique que nous avons déjà décrit, à savoir trois noyaux primitifs : pour le corps, *un point central unique* (le point central postérieur ne semble pas exister), pour la masse apophysaire *deux points latéraux ou neuraux*. Il existe toutefois au niveau du sacrum un retard dans l'ossification, de plus en plus marqué au fur et à mesure que l'on se porte vers la région caudale. De plus, il y a réduction dans le développement des vertèbres, surtout au niveau des arcs : réduction qui retentit sur les dimensions du canal vertébral.

A la fin du troisième mois de la vie foetale, on reconnaît les noyaux des corps de la première et de la deuxième sacrées, parfois ceux du premier arc. Au quatrième ou au cinquième mois, apparaissent les noyaux du corps et des arcs des troisième et quatrième vertèbres sacrées. Quant aux noyaux du corps et de l'arc de la cinquième sacrée, ils apparaissent au plus tôt au sixième mois de la vie intra-utérine. Gegenbaur, en outre, signale sur les trois premières sacrées et à la partie supérieure des apophyses transverses deux autres points, un droit et un gauche, qu'ils considèrent comme des « côtes sacrées rudimentaires » : ils apparaissent du cinquième au septième mois intra-utérin. Les noyaux osseux de la premiè-

re et deuxième pièces costales apparaissent entre le septième et le huitième mois. *Ainsi, chez l'enfant né à terme, les cinq corps vertébraux, les quatre premières paires d'arcs, les deux premières paires de rudiments costaux sont toujours ossifiés.*

La soudure de l'arc et du corps se fait entre 2 et 6 ans et le mode de soudure des différents points osseux ne diffère en rien de celui des autres vertèbres : tout d'abord les deux points latéraux ou neuraux vont s'unir entre eux sur la ligne médiane et fermer ainsi en arrière, le canal sacré. Puis les points costaux se réunissent à la masse apophysaire pour former avec elle une pièce unique qui se soudera au corps. Mais la soudure de l'extrémité postérieure des noyaux latéraux n'est pas simultanée pour tous les arcs, et de plus, elle s'effectue extrêmement lentement. En effet, à la naissance, les deux noyaux osseux sont très écartés et reliés entre eux par une masse cartilagineuse médiane, sauf au niveau des deux et quelquefois des trois dernières vertèbres, où il n'existe entre les deux noyaux qu'une membrane fibreuse : la membrane réunissante dorsale. Au sixième mois, après la naissance, les segments osseux des arcs sont toujours très écartés : la paroi postérieure du canal sacré à la forme d'un sablier du fait du rapprochement plus prononcé des arcs de la deuxième sacrée. Lagrot, dans sa thèse, a montré que la fermeture des arcs commence par le deuxième (3 ans), se continue par le troisième (4 ans et demi) en même temps que se fait l'occlusion des arcs de la cinquième lombaire, à 5 ans et demi l'arc de la première sacrée est fermé. *A sept ans tous les arcs sont fermés, mais ils sont encore « métamérisés »* (Lagrot). Bien que certains auteurs considèrent la fusion des deux demi-arcs comme beaucoup plus tardive (20 ans), *à partir de 7 ans, on doit considérer la déhiscence osseuse de ces arcs comme anormale : c'est le spina bifida occulta.*

A ces points osseux primitifs, s'ajoutent pour chaque vertèbre sacrée, trois points complémentaires d'ossification ; un pour la face supérieure du corps vertébral, un pour sa face inférieure (10 à 12 ans), un pour l'apophyse épineuse (15 à 18 ans) double en général. Ces points complémentaires donneront à la vertèbre sacrée sa physionomie définitive : la fusion

de ces cinq vertèbres formera le sacrum. Définitive à 30 ans, cette fusion commence vers 14, 15 ans ; elle s'effectue progressivement, le plus souvent de bas en haut, c'est-à-dire de S 5 vers S 1.

Le processus de soudure n'est pas identique en avant et en arrière, ce qui s'explique par l'éloignement des arcs reliés entre eux par les ligaments jaunes : en avant, les corps vertébraux ne sont séparés que par le disque intervertébral peu épais, ainsi, la soudure peut se faire facilement tandis qu'en arrière, la réunion osseuse des arcs exige l'ossification des ligaments jaunes. Elle commence au niveau de la quatrième et cinquième sacrées, et progresse vers le haut ; elle est terminée en même temps que la synostose des corps vertébraux ou un peu plus tard.

Durant cette fusion vertébrale, il se développe de 18 à 24 ans quatre nouvelles pièces, que Testut et Latarget appellent « pièces marginales ». Celles-ci occupent la région des facettes auriculaires et complètent latéralement la morphologie définitive du sacrum en unissant les vertèbres entre elles » comme le crépi unit les pierres d'une muraille » (Posth).

Nous venons d'exposer le développement normal du sacrum. Nous avons vu en passant l'embryologie du *spina bifida*. On peut aussi rencontrer au niveau du sacrum d'autres malformations, agénésies (hémisacrum, par exemple), auxquelles nous ne nous arrêterons point, pour insister sur les variations qui peuvent exister dans le nombre des pièces sacrées : variations par excès ou par défaut.

La variation par excès ou *sacralisation* est due à l'assimilation plus ou moins complète, soit de la cinquième lombaire, soit de la première coccygienne : le sacrum aura donc six vertèbres. La sacralisation par assimilation de la première coccygienne serait la plus fréquente ; elle n'offre pour le praticien, aucun intérêt pratique tandis que la sacralisation de la cinquième lombaire est riche de conséquences. Dans notre Diplôme d'Electro-Radiologie, nous montrerons d'abord le retentissement de la sacralisation et surtout de l'*hémisacra-*

lisation sur la statique vertébrale, ouvrant ainsi le chapitre des scolioses par déséquilibre lombo-sacré, et ensuite la part qui lui revient dans le syndrome de « la sacralisation douloureuse » décrit la première fois par Bertolotti. En outre, la sacralisation peut se faire sentir sur le bassin obstétrical de deux façons, soit directement par retentissement a son niveau des troubles statiques, « bassin scoliotique », soit indirectement en créant un faux promontoire et fausser ainsi le diamètre sacro-pubien minimum : c'est alors le « bassin par assimilation supérieure » des accoucheurs.

La variation par défaut ou *lombalisation* est l'assimilation inverse de la sacralisation, c'est-à-dire première sacrée plus ou moins assimilée à la cinquième lombaire : le sacrum aura donc quatre vertèbres. Bien que pouvant être à l'origine de certaines scolioses la lombalisation offre cependant une pathologie beaucoup moins riche que la sacralisation.

Nous retrouverons ces deux malformations au chapitre de la physiologie lombo-sacrée et nous verrons qu'elles ont leur origine dans le bouleversement vertébral créé par le passage de la station quadrupède à l'attitude bipède.

Anatomie descriptive

et

architecture vertébrale

de la

région lombo-sacrée

La colonne vertébrale est, dit Rouvière, une longue tige osseuse résistante et flexible, située à la partie médiane et postérieure du tronc, depuis la tête qu'elle soutient jusqu'au bassin qui la supporte.

Elle se compose de trente-cinq éléments osseux superposés que l'on appelle *vertèbres*.

Les vertèbres répondent toutes à un même schéma anatomique que nous développerons au niveau des vertèbres lombaires et sacrées.

Dans ce chapitre, nous n'étudierons que l'anatomie descriptive ; c'est en effet celle que nous livre la radiographie.

Cependant, l'anatomie topographique est d'un intérêt primordial — surtout au niveau de la cinquième lombaire — car elle permet de situer les voies d'abord par lesquelles on peut intervenir chirurgicalement dans certaines malformations s'extériorisant par un syndrome douloureux.

Nous verrons donc successivement l'anatomie des vertèbres lombaires et les caractères particuliers de la cinquième, le sacrum et l'articulation lombo-sacrée.

1° *Vertèbres lombaires :*

Les vertèbres lombaires répondent au même schéma anatomique que tous les éléments constituant l'axe rachidien. Elles sont donc formées du *corps vertébral* en avant et de la

---

Pour l'anatomie topographique, consulter les excellentes publications :

Cottalorda. — Etude anatomique et radiologique de la 5me Lombaire, *Marseille Médical*, 15 avril 1922, p. 382-394.

Mauclaire. — Sacralisation douloureuse de la 5me lombaire : *Paris Médical*, 1925, n°, p. 81.

masse apophysaire en arrière : l'ensemble circonscrit le *trou vertébral*. La description qui va suivre permettra de préciser leur situation et leurs caractères.

Le corps vertébral :

Le corps vertébral est la partie la plus volumineuse de la vertèbre. Il en est la partie essentielle parce qu'il lui assure solidité et résistance (voir architecture des vertèbres p. 54).

Il a une forme cylindrique où l'on distingue deux faces plus ou moins horizontales. La partie centrale de ces faces, excavée et irrégulière est criblée de petits trous, que circonscrit une zone annulaire légèrement en saillie et formée de tissu osseux compact.

La circonférence fait tout le tour du corps ; elle présente en arrière une gouttière formant la paroi antérieure du trou vertébral.

Les pédicules :

Les pédicules sont au nombre deux ; une droite et une gauche. Ce sont deux colonnettes aplaties transversalement qui réunissent le corps au massif apophysaire, origine des apophyses épineuses, des apophyses transverses et des lames.

Leurs bords supérieurs et inférieurs sont échancrés et limitent avec la vertèbre sus-jacente *le trou de conjugaison*. A noter que le bord inférieur est plus échancré que le bord supérieur.

Les lames :

Les lames au nombre de deux, une droite, une gauche, aplaties et quadrilatères, plus hautes que larges, constituent la plus grande partie de la paroi postéro-latérale du trou vertébral.

L'apophyse épineuse :

Placée sur la ligne médiane et postérieurement, l'apophyse épineuse se dirige en arrière sous la forme d'une longue épine.

Elle est rectangulaire, épaisse, presque horizontale, avec deux faces et un bord postérieur renflé.

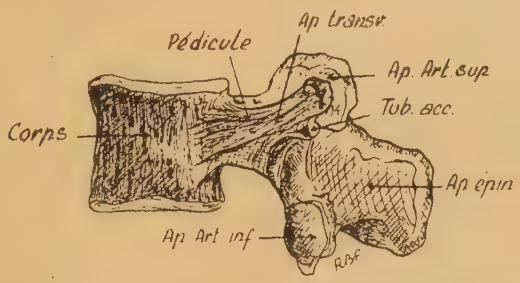

Fig. 3. — *Vertèbre lombaire, vue latérale*

Apophyses transverses ou costiformes :

Les deux apophyses costiformes s'implantent à l'union du pédicule et de l'apophyse articulaire supérieure. Elles se dirigent en dehors sous la forme de deux bandes longues et étroites à l'extrémité effilée. Elles représentent les côtes lombaires ; pour cette raison, l'appellation d' « apophyses costiformes » se trouve vérifiée.

Sur la face postérieure de leur base d'implantation se trouve un tubercule appelé *tubercule accessoire*. Le tubercule accessoire est bien développé chez le chimpanzé, mal développé ou pas du tout chez l'orang-outang, chez l'homme, rudimentaire, il peut parfois atteindre 3 à 5 cm. ; on lui donne alors le nom de *tubercule styloïde*.* On le rencontre dans 7,8 % des cas. Remarquons que la fréquence de ces apophyses styloïdes n'est pas en rapport avec un nombre de vertèbres sacro-lombaires supérieur ou inférieur. Pour Gegenbaur, ce tubercule accessoire représente l'homologue de l'apophyse transverse des vertèbres dorsales, tandis que pour Vallois, il ne serait qu'un simple tubercule d'insertion pour les muscles spinaux et concède la même fonction au *tubercule mammillaire*.

Ruboschera. — *Fortschritte*, vol. 47, p. 183. On trouvera dans le livre de Koëhler, une belle radiographie d'apophyses styloïdes. P. 292, fig. 202.

Apophyses articulaires :

Les apophyses articulaires sont au nombre de quatre ; deux apophyses articulaires supérieures et deux apophyses articulaires inférieures.

Elles s'implantent en arrière des pédicules sur l'arc neural et ont toutes une direction verticale.

Les facettes articulaires supérieures regardent en dedans et en arrière et forment des gouttières verticales ; les facettes articulaires inférieures regardent en dehors et en avant et sont au contraire, légèrement en saillie.

La face externe de l'apophyse articulaire supérieure présente le long de son bord postérieur le *tubercule mamillaire* dont nous avons parlé plus haut.

Trou vertébral :

Le trou vertébral ou rachidien est compris entre la face postérieure du corps et l'arc neural. Il a la forme d'un triangle.

Telle est l'anatomie descriptive des vertèbres lombaires. Cependant, la cinquième lombaire offre quelques caractères particuliers que nous ne pouvons ne pas signaler.

2° *Cinquième lombaire :*

Sa variabilité s'explique par le fait que c'est une vertèbre de transition qui revêt tantôt le type lombaire, tantôt le type sacré ; de plus, des forces considérables s'exercent à son niveau dans des conditions particulières qui en modifient ainsi la morphologie.

a) *Son corps* est variable d'un sujet à un autre suivant l'âge, le sexe, l'état physiologique, la race. « Aucune vertèbre, dit Le Double, ne s'aplatit et ne se désagrège aussi facilement qu'elle ; sans aucun traumatisme, sans aucune maladie, sa hauteur n'atteint parfois pas la moitié de celle des vertèbres sus-jacentes, et souvent cet aplatissement qu'un observateur non prévenu prendrait volontiers pour un écrase-

ment pathologique ne va pas sans un degré d'étalement, comme si la vertèbre regagnait en largeur ce qu'elle perd en hauteur. Chez les Européens, le corps de la cinquième lombaire est taillé en coin à base antérieure. Chez les non européens, le diamètre vertical postérieur du corps peut égaler la hauteur, dépasser même le diamètre antérieur. C'est certainement et principalement dans les variations d'élévation en arrière et en avant du corps de la cinquième pièce osseuse de la colonne lombaire qui supporte le poids de la tête, des côtes et des membres supérieurs qu'il convient de chercher la raison de ces différences de courbure individuelles et ethniques que la colonne lombaire peut offrir ». Signalons que, chez l'enfant, du fait du peu d'inclinaison du bassin, le corps de la cinquième lombaire présente un aspect cuboïde.

b) *Ses apophyses transverses* ont une forme si variable qu'on a pu dire qu'il n'y avait pas deux cinquièmes lombaires superposables. « Elles sont tantôt larges et courtes, tantôt grêles et allongées, tantôt étalées en ailes de papillon, élargies en massue à leur extrémité ou bifides grâce à un tubercule de leur bord inférieur, tantôt relevées vers le haut, tantôt dirigés en arrière et en bas » LERI.

c) *Ses apophyses articulaires* ont également un volume variable, une forme et une orientation diverses. Tantôt une forme en croissant très marquée, la partie latérale s'étendant en arrière à angle droit avec la partie antérieure et transversale, tantôt une forme aplatie dont l'axe est presque transversale, tantôt enfin un type mixte. De plus, elles peuvent être plus courtes ou dorsalisées, leur face articulaire regardant surtout en arrière, au lieu de regarder en arrière et en dedans, (GOLDTWAIT).

d) *L'apophyse épineuse* enfin, est large ou étalée, longue ou amincie. Parfois, on note sur le sommet de cette apophyse une surface articulaire qui prend contact avec une facette semblable sur l'apophyse épineuse de la quatrième lombaire (diarthrosis interspinosa de MEYER).

3° *Vertèbres sacrées :*

La soudure des cinq vertèbres sacrées constitue le sacrum, pièce médiane et symétrique, qui s'enfonce en coin entre les deux branches de la pince illiaque.

On décrit au sacrum deux faces, deux bords, une base et un sommet.

La *face antérieure est lisse*, concave de haut en bas et transversalement. Sa partie médiane est occupée par les corps des cinq vertèbres tandis que se trouvent de chaque côté les quatre trous sacrés antérieurs qui se prolongent en dehors par des gouttières dont la profondeur diminue de dedans en dehors.

La *face postérieure* est convexe et très accidentée. Elle présente sur la ligne médiane une crête, la crête sacrée (formée de tubercules et de dépressions. Les tubercules résultent de la fusion des apophyses épineuses. La crête se divise à son extrémité inférieure en deux colonnettes osseuses, les cornes du sacrum qui limitent le hiatus sacré, orifice terminal du canal sacré.

De chaque côté de la ligne médiane, on trouve successivement la gouttière sacrée — réunion des lames vertébrales — les tubercules sacrées postéro-externes — soudure des apophyses transversales.

Les *bords latéraux*, un droit, un gauche, présentent deux portions : une supérieure, occupée par une surface articulaire, la surface auriculaire qui s'articulera avec une surface semblable de l'os coxal, et une portion inférieure, véritable bord épais, rugueux, donnant insertion a des ligaments.

La *base* regarde en avant et en haut. Elle comprend deux éléments. D'abord la surface articulaire de S1, destinée à l'articulation lombo-sacrée avec, en arrière, l'orifice supérieur triangulaire du canal sacré dont le sommet répond à l'extrémité supérieure de la crête sacrée. Ensuite, de chaque côté, deux surfaces lisses, triangulaires à base externe : les ailerons sacrés en contact par leur base avec les os coxaux. En arrière des ailerons, se dressent les apophyses articulaires de la première sacrée.

Le sommet présente une petite surface convexe, elliptique

à grand axe transversal qui s'articule avec la base du coccyx.

Connaissant la morphologie des vertèbres lombaires et sacrées, nous allons pouvoir maintenant traîter l'articulation sacro-vertébrale dont nous verrons dans un chapitre ultérieur la physiologie.

3° *Articulation lombo-sacrée :*

Nous verrons d'abord rapidement les articulations des vertèbres entre elles, ce sont celles de la colonne lombaire ; et dans un deuxième temps l'articulation lombo-sacrée.

Les vertèbres s'articulent entre elles par leur corps et par leurs apophyses articulaires. Elles sont en outre réunies à distance par leurs lames, leurs apophyses épineuses et leurs apophyses transversales.

Les vertèbres s'unissent entre elles, par leurs faces, au moyen de ligaments interosseux ou ménisques, et par un manchon fibreux renforcé en avant et en arrière : les ligaments communs antérieurs et postérieurs.

A) *Articulation de la colonne lombaire :*

1° *Articulations des corps vertébraux :*

Ces articulations sont des amphiarthroses mettant en présence les faces supérieure et inférieure des corps vertébraux.

a) *Ligaments interosseux ou disques intervertébraux :*

Ils ont la forme de lentilles biconvexes qui s'adaptent et s'attachent aux surfaces articulaires des corps vertébraux. On leur distingue deux portions.

— *Portions* périphérique composée de faisceaux fibreux disposés en lames concentriques. Ces faisceaux fibreux suivent un trajet oblique, les uns de droite à gauche, les autres de gauche à droite, et leur obliquité s'accroît au fur et à me-

sure que l'on se rapproche du noyau central, jusqu'à devenir presque horizontale : ces fibres s'insèrent profondément sur la zone osseuse compacte qui forme le pourtour des surfaces vertébrales.

— *Portion centrale* ou *nucléus pulposus,* est une masse gélatineuse sous pression, formée de tissu fibreux très lâche, contenant des restes de la chorde primitive. Ce « noyau gélatineux ou pulpeux » n'est pas tout à fait central mais est situé à l'union du tiers moyen et du tiers postérieur du corps vertébral.

b) *Ligaments périphériques :*

Ce sont deux bandes fibreuses qui s'étendent sur toute la longueur de la colonne vertébrale, l'une en avant, l'autre en arrière des corps vertébraux : ce sont les ligaments vertébraux communs antérieur et postérieur.

Le ligament commun antérieur descend sur la face antérieure de la colonne depuis l'apophyse basilaire de l'occipital jusqu'à la face antérieure de la deuxième sacrée. Il adhère solidement aux vertèbres et aux disques.

Le ligament vertébral commun postérieur situé sur la face postérieure des corps vertébraux descend de la gouttière basilaire de l'occipital et se termine sur la première vertèbre coccygienne. Il est uni par sa face antérieure aux disques et à la partie attenante des corps vertébraux.

2° *Articulations de la masse apophysaire :*

Les apophyses épineuses sont réunies par un ligament interépineux qui unit leur bord, et par un cordon fibreux qui adhère à leur sommet.

Les lames sont unies entre elles par des ligaments « élastiques, épais et très résistants », appelés en raison de leur couleur, ligaments jaunes.

Tel est, schématiquement, le mode articulaire de la colonne vertébrale et de la colonne lombaire. L'articulation lombo-sacrée n'en différant pas essentiellement, elle présentera donc, des articulations proprement dites et des ligaments à distance.

B) *Articulation lombo-sacrée :*

1° *Articulation proprement dite :*

La base du sacrum s'articule avec la cinquième lombaire.
1° sur la ligne médiane par sa facette moyenne.
2° à droite et à gauche par ses apophyses articulaires.
La première articulation est une amphiarthrose, et les deux autres des arthrodies.

a) *Amphiarthrose.*

Ne diffère en rien des autres articulations vertébrales, c'est-à-dire que les deux surfaces articulaires sont maintenues en présence par :

a) Un ligament interosseux dont la forme est celle d'un disque plus épais en avant qu'en arrière et dont le bord antérieur correspond à l'angle sacro-vertébral.

b) Un ligament vertébral commun antérieur qui se termine en s'étalant sur la face antérieure du sacrum.

c) Un ligament vertébral commun postérieur qui, après avoir franchi l'angle sacro-vertébral, s'atrophie et se réduit à une bride médiane se terminant au niveau de la première coccygienne.

b) *Arthrodies.*

Les surfaces articulaires sont unies par une capsule articulaire serrée et très résistante. Elle est en outre renforcée en arrière par un ligament postérieur.

2° *Articulation à distance.*

Réunissant la cinquième lombaire à la première sacrée, on trouve à ce niveau les deux ligaments jaunes, les ligaments interépineux le ligament surépineux et un ligament spécial, le ligament iliolombaire. Celui-ci comprend deux faisceaux :

1° Le faisceau ilio-transversaire lombaire inférieur, s'étend du sommet et du bord inférieur de l'apophyse transverse de la cinquième lombaire à la partie postérieure de la crête iliaque.

2° Le faisceau ilio-transversaire lombaire supérieur, beaucoup moins important que le précédent, s'étend du sommet et du bord inférieur de l'apophyse transverse de la quatrième lombaire à la crête iliaque.

Les faisceaux les plus internes de ces deux faisceaux du ligament ilio-lombaire se terminent sur le sacrum et on peut vraiment dire que « l'insertion est plus sacrée qu'iliaque » ;

Fig. 4. — *Pseudo-sacralisation.* (d'après Léri)

c'est la raison pour laquelle ce faisceau descendant est appelé par Bichat, ligament sacré-vertébral et par Hakim, ligament lombo-sacré vertébral.

Ce ligament ilio-lombaire, en plus de son rôle physiologique capital, comme nous le verrons au chapitre suivant, offre un intérêt radiologique réel, car il pose un diagnostic différentiel.

En effet, sous l'influence de différents processus pathologiques — le plus souvent d'origine rhumatismale — il se crée une ossification du ligament ilio-lombaire (des fibres les plus élevées d'après Graber-Duvernay). Si, parce que le malade souffre de lombalgies, l'on fait un cliché de la région lombo-sacrée, un examen superficiel peut faire conclure à une « sacralisation douloureuse de la cinquième lombaire ». L'image en est cependant bien différente (Fig. 4). En effet, au lieu de l'hypertrophie osseuse en massue qui caractérise la sacralisation de la cinquième lombaire, l'image prend l'aspect « d'un tronc de cône osseux, irrégulièrement filamenteux, partiellement moucheté, à contour plus ou moins vague qui coiffe l'apophyse transverse et qui en laisse deviner le contour » (Léri). De plus, des signes d'accompagnement manifestement arthrosiques soit sur la cinquième lombaire, soit sur ses voisines, permettent de faire le diagnostic entre la modification pathologique et le trouble de développement.

L'ossification du ligament ilio-lombaire est donc une « pseudo-sacralisation » (Léri).

Architecture vertébrale

L'étude de l'architecture vertébrale offre un réel intérêt car elle démontre d'une façon parfaite l'influence du mode de locomotion sur la direction des travées osseuses du corps vertébral : cette étude a été faite par Mutel chez l'homme et chez les animaux à divers échelons de la série des vertébrés.

Ici, comme pour tout le système osseux, il faut faire appel à des lois de mécanique pour expliquer ou plutôt pour donner la raison d'être de l'orientation des travées osseuses et, c'est le grand mérite des travaux de Wolff et de Culmann d'avoir su montrer l'identité qu'il y avait entre la direction des travées osseuses et celle des lignes isostatiques de pression ou de traction dans un os.

Les études en ont été faites à l'aide de coupes dans l'os

sec et suivant divers plans. La radiographie en montrant la structure intime osseuse devait permettre d'affirmer ce que l'examen direct pouvait déjà faire soupçonner.

Les différentes publications parues sur ce sujet sont unanimes à signaler que l'architecture vertébrale est constituée sur un type unique que l'on retrouve à tous les étages du rachis.

Nous décrirons donc l'architecture des vertèbres lombaires et successivement le corps vertébral et la masse apophysaire, puis dans une deuxième partie nous verrons la structure si particulière du sacrum, particularités qui tiennent à son rôle de clef de voûte du bassin et de pièce intermédiaire dans la transmission des charges aux membres inférieurs par les pinces coxales.

Le corps vertébral.

Sur une coupe sagittale médiane on reconnaît au corps (fig. 5) deux sortes de travées : les unes horizontales, les autres verticales.

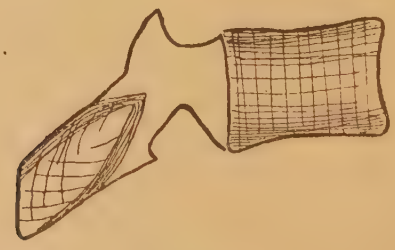

Fig. 5. — *Coupe sagittale médiane* (d'après Gallois et Japiot)

Les travées horizontales sont extrêmement serrées au niveau des deux épiphyses ; en revanche, elles sont beaucoup moins denses au centre.

Quant aux *travées verticales*, réparties assez régulièrement elles s'étendent du plafond au plancher vertébral. Elles se

retrouvent topographiquement identiques à elles-mêmes à tous les étages du rachis, de l'apophyse odontoïde où elles convergent jusqu'au sacrum. Ainsi, le rachis apparaît donc « comme un os long, anormalement segmenté. La présence de ce faisceau vertébral crée l'unité du rachis en même temps qu'il donne à chaque vertèbre son individualité propre ». (Gallois et Japiot).

La masse apophysaire

Elle possède un système trabéculaire bien particulier qui fait de tous les composits une entité architecturale.

L'apophyse transverse est reliée aux apophyses articulaires supérieures et inférieures par ses bords correspondants ; un autre système la rattache à l'apophyse épineuse ; enfin, réunissant les deux apophyses transverses, un troisième réseau franchit la ligne médiane par les lames vertébrales.

L'apophyse épineuse maintient les rapports architecturaux avec les apophyses articulaires supérieures et inférieures par des faisceaux qui la relient également à l'apophyse transverse.

Les apophyses articulaires supérieures et inférieures n'ont pas un système autonome. « Elles sont l'aboutissant de travées venant du corps et des apophyses. Leur rôle passif est essentiellement fait pour résister aux différents efforts qui vont se faire sur elles dans les différents mouvements de la colonne vertébrale » (Gallois et Japiot). Il ne faut pas oublier que ce rôle passif est pourtant capital car les apophyses articulaires sont la seconde ligne de résistance du rachis (fait primordial dans la « mécanique » des scolioses). Cependant, elles sont solidaires entre elles par un faisceau particulier, en U, qui prolonge leur bord interne.

Ils sont liés par un système fait de fibres obliques et horizontales (fig. 6).

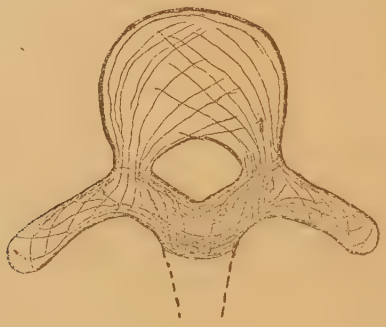

Fig. 6. — *Coupe sagittale latérale.* (d'après GALLOIS et JAPIOT).
1. Faisceau oblique supérieur. — 2. Faisceau oblique inférieur. — 3 - 4. Travées de soutien des apophyses.

Oblique supérieur, a son origine dans l'apophyse articulaire supérieure. Il passe ensuite par la partie supérieure du pédicule pour se terminer dans la face inférieure du corps où il s'ouvre « en éventail ».

Oblique inférieur nait de la face supérieure du corps. Il se ramasse en descendant vers la partie inférieure du pédicule d'où il gagne l'apophyse articulaire inférieure.

Ces deux faisceaux d'origines différentes s'entrecroisent dans l'épaisseur du corps ; ces travées n'atteignent pas son bord antérieur mais s'écartent peu de son bord externe.

Les faisceaux horizontaux se trouvent à la partie supérieure et inférieure du corps vertébral.

Ils ont pour origine les apophyses transversales et l'apophyse épineuse: celui qui provient de l'apophyse transverse gagne le bord externe du pédicule, tandis que l'autre, en provenance de l'apophyse épineuse, vient sur le bord interne.

En quittant les pédicules, les faisceaux s'éparpillent « en gerbe » ; les uns, internes longent la périphérie du canal rachidien, les autres, externes gagnent le bord externe du corps ver-

tébral où ils se terminent en s'entrecroisant à angle droit sur la ligne médiane. (Fig. 7).

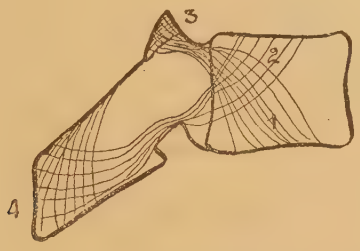

Fig. 7. — *Coupe horizontale.* (d'après Gallois et Japiot)
1. Faisceau en gerbe. — 2 - 3. Faisceau intertransversaire. — 4. Travées obliques, corps-apophyse articulaire inférieure. — 5. travées apophyse épineuse - corps vertébral.

Ces travées obliques et horizontales ont un rôle d'une extrême importance. Ce sont des lignes de force par lesquelles les apophyses vont transmettre au corps vertébral les forces qui leur seront appliquées. En outre, elles assurent la résistance des travées verticales « en les reliant entre elles comme les piquets verticaux sont assemblés entre eux par des branches flexibles dans la construction des fascines » (Gallois et Japiot).

En conclusion, nous pouvons admettre que le rôle capital est joué par les travées verticales qui assurent le soutien de l'axe rachidien; les autres ne sont que des auxiliaires destinés à lui transmettre les impulsions motrices des muscles dans les différents sens où elles s'exercent. Cette architecture normale est profondément remaniée par les scolioses où les vertèbres subissent, du fait de la déviation latérale plus ou moins accentuée du rachis, des phénomènes d'inclinaison, de rotation, de torsion ou de tassement (p. 106).

Le Sacrum.

Le rôle de clef de voûte du bassin et de pièce intermédiaire dans la transmission des charges rachidiennes à la ceinture pelvienne et par elle aux membres inférieurs, conditionnent

la structure osseuse du sacrum. Cependant, ce rôle actif n'est assuré que par les trois vertèbres qui supportent la surface auriculaire, c'est-à-dire les trois premières sacrées: les lignes de force passant, en effet par l'articulation sacro-iliaque.

Delmas, Mutel, Gallois et Japiot ont étudié l'architecture sacrée. C'est par des coupes honrizontales étagées de haut en bas que Delmas est arrivé à ses conclusions ; en suivant la même technique et nous aidant dans ce travail, de la radiographie, nous avons retrouvé les mêmes travées.

C'est ainsi que du versant antérieur de la facette auriculaire part un faisceau de travées qui, se ramassant dans le tissu compact de la face antérieure des ailerons, longe sur un court parcours la face antéro-latérale de la première sacrée pour se terminer du même côté dans l'angle antéro-latéral du canal sacré. Leur trajet dessine donc un arc à concavité postéro-externe.

De l'apophyse articulaire de la première sacrée naissent de nouvelles travées qui, à travers les masses latérales, vont atteindre le versant postérieur de l'auricule. Ces travées ont un rôle essentiel car, conformément à l'opinion de Freund et de Waldeyer, elles démontrent que le poids du corps se propage de la colonne lombaire à la ceinture pelvienne, non seulement par les corps vertébraux, mais aussi par les apophyses articulaires et les arcs sacrés. On comprend quel rôle néfaste sur la statique vertébrale ont la lombalisation de S1 et la spondylolise de L5, surtout associée au spina bifida de S1. Delmas a, en outre, constamment vu « partir de ce même processus articulaire et de leur portion interne des solides travées obliques en avant et en dedans qui se terminent sur les parties latérales de la paroi postérieure de la première sacrée. « Ces deux groupes de travées d'origine commune mais de destination différente décrivent un arc à concavité antéro-interne, qui limite avec l'arc précédemment décrit un espace aréolaire au centre des masses latérales. Cet espace rempli de tissu spongieux représente la partie la plus fragile du sacrum, c'est à son niveau que se fera la fracture double du sacrum décrite par Voillemier.

Au niveau des deuxième et troisième sacrées on retrouve la même orientation générale des travées qui sont obliquement ascendante, plus fines et plus délicates.

Le corps vertébral examiné sur le même plan de coupe que les ailerons présente deux groupes de travées obliques : ils parcourent le corps vertébral en diagonale (Fig. 8) et sont

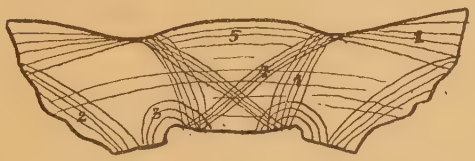

Fig. 8. — *Coupe horizontale du sacrum au niveau de* S1 (d'après Delmas)

situés l'un et l'autre sur le prolongement des arcs précités. Ces robustes travées rendent anatomiquement et fonctionnellement solidaires les deux moitiés symétriques du sacrum et servent d'arcs boutant au corps vertébral et de plus, lui transmettent les forces reçues par les apophyses.

Les travées diagonales sont en outre renforcées par des travées transversales surtout nombreuses et serrées à la face antérieure du corps à laquelle elles sont parallèles.

Les radiographies des coupes cervico-frontales montrent deux groupes de travées. Les unes franchement verticales, surtout importantes et évidentes au niveau des trois premières sacrées, dont le rôle principal de soutien a la même importance qu'au niveau des vertèbres lombaires. Les autres obliques quittent le corps pour se continuer dans les lames.

Enfin, au niveau de la première sacrée, Delmas a décrit des travées osseuses qui « naissent à l'origine des ligaments sacro-iliaques interosseux et qui se rendent obliquement dans le corps. La formation de ce système est due certainement à l'action des ligaments qui ont le même trajet ». Le même auteur décrit au niveau des dernières sacrées quelques travées ayant la même direction que les fibres du grand et petit ligament sacro-sciatique qui s'insèrent sur les bords.

La structure osseuse du sacrum est donc purement conditionnée par les forces qui s'exercent en ses divers points. Elle montre en outre que toutes les parties, tout au moins celles en rapport avec la surface auriculaire, sont solidaires dans la transmission des charges rachidienne au bassin et ainsi aux membres inférieurs.

Physiologie

de la région lombo-sacrée

La colonne vertébrale comprend, au point de vue articulaire, deux parties : une partie antérieure ou *somatique*, formée de cylindres osseux, séparés par les disques inter-vertébraux et une partie postérieure ou « *colonne des arcs* ».

A la *colonne des arcs*, appartient un double rôle : l'un purement passif, la protection du névraxe, l'autre, particulièrement actif, la transmission aux corps vertébraux des différents mouvements propres à chaque étage rachidien.

C'est par la *colonne somatique*, que se transmettent toutes les charges. Nous avons déjà vu, au précédent chapitre, que son architecture intime la destinait à cette tâche. Mais assemblés à la manière d'un bambou, les corps vertébraux ne forment pas une tige uniquement osseuse et résistante, mais aussi, une tige flexible, grâce aux disques inter-vertébraux qui lui donnent cette souplesse.

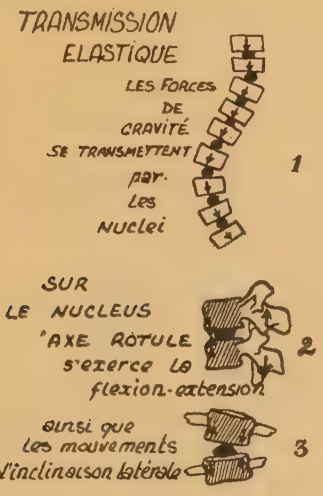

Fig. 9. — *Equilibre et transmission des charges* (d'après GALLAND)

Cette mobilité, qui consiste en trois mouvements essentiels — flexion, extension, latéralité, appartient tout entière

à la partie centrale des disques, faite d'une lentille élastique le *nucléus pulposus*, car le reste purement ligamenteux forme le *ligament interosseux*. Le nucléus est donc l'élément intéressant de l'articulation intervertébrale puisque c'est par lui, que vont se transmettre les charges et s'exercer les différents mouvements ; certains auteurs très justement, l'ont comparé à une véritable rotule mécanique (Fig. 9). L'équilibre est donc « une résultante entre une puissance et une résistance s'exerçant sur le levier que réalise chaque vertèbre, le nucléus faisant point d'appui ».

Au niveau de l'articulation lombo-sacrée, nous retrouvons les mêmes éléments articulaires. Cependant, on peut observer ici « une disposition stupéfiante au point de vue mécanique » (Galland) : en effet, les pressions, au lieu de s'exercer sur deux plans parallèles et horizontaux, vont se transmettre sur des surfaces obliques, en bas et en avant. Partant de là, le rachis devrait être entraîné dans le même sens, mais accroché au puissantes apophyses articulaires de la première sacrée qui bloquent la cinquième lombaire, il ne peut glisser

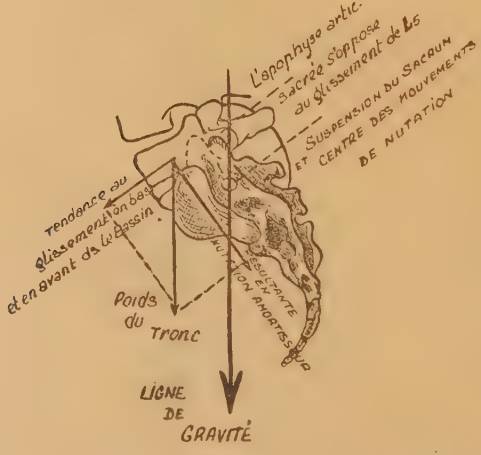

Fig. 10. — *Prise de contact du sacrum et du rachis* (d'après Galland)

sur la pente de la base sacrée (Fig. 10). De plus, du promontoire où elle porte à faux, la cinquième lombaire qui domine

la cavité pelvienne, par l'intermédiaire de ses apophyses transverses et des ligaments ilio-lombaires « s'agrippe » aux crêtes iliaques pour éviter la chute : c'est là qu'apparaît le rôle capital des ligaments ilio-lombaires dans la dynamique lombo-sacrée : nous reviendrons sur eux plus loin.

Comme les autres segments rachidiens, l'articulation lombo-sacrée effectue des mouvements de flexion, d'extension, de latéralité et de torsion ; les travaux de Galland et Las Casas, qui ont repris à son niveau, les expériences de Calvé et Leliè-vre, au niveau de la colonne dorsale, démontrent avec évidence que l'axe mécanique est, là aussi, le nucléus pulposus.

Mais les ligaments spéciaux dont nous avons déjà parlé au chapitre de l'anatomie, les ligaments ilio-lombaires, jouent aussi un rôle important dans la dynamique lombo-sacrée. De Sèze leur a consacré de nombreuses publications qui permettent de comprendre leur physiologie dans les différents mouvements de l'article.

Fig. 11.. — *La vertèbre* L5 *normale et les ligaments ilio-lombaires* (schématique)

« La vertèbre, pivot L5 est encastrée entre les ailes iliaques. De ce fait ses mouvements sont limités par les ligaments ilio-lombaires. L5 participe largement au mouvement d'hyperextension vertébrale. Mais une grande part de la flexion et presque toute l'inflexion latérale est confiée au disque L4-L5. Ces deux disques — le disque pivot et le disque sus-jacent — se répartissent le travail de charnière. En somme, une division harmonieuse du travail résulte d'un dispositif anatomo-physiologique favorable. » — De Sèze.

Dans la *statique normale*, la cinquième lombaire adopte une attitude d'hyperextension complète ou à peu près, due à l'inclinaison sacrée et à la transmission vers l'arrière de tou-

tes les charges. Les ligaments ilio-lombaires obliques en dedans, en avant et en bas, suspendent la cinquième lombaire dont l'apophyse transverse « est à sa place normale, plus bas que la ligne bis-iliaque, encastrée entre les ailes iliaques ». (Fig. 11).

La cinquième lombaire ne peut faire en outre presque aucun mouvement *d'inclinaison latérale* car le disque L5-S1 y participe peu. Deux causes limitent le mouvement : « une cause ligamentaire, le ligament-ilio-transversaire, et une cause osseuse, la disposition des apophyses articulaires de S1, qui remontent jusque sous les pédicules de L5 en formant comme des béquilles qui bloquent le mouvement de flexion latérale. C'est seulement à partir de L4-L5, que la latéro-flexion devient véritablement importante et efficace ». Quant aux mouvements de *rotation*, le disque L5-S1, normal, n'y prend aucune part. De Sèze pense que les ligaments ilio-lombaires en sont pour une grande part responsables.

Dans l'*hyperextension*, la plus grande amplitude se fait au niveau du disque L5-S1. L'amplitude du mouvement d'extension est en moyenne de 12° pour le disque L5-S1, alors qu'il n'est que de 5° pour le disque L4-L5 (De Sèze). Ce mouvement, qui n'est pas freiné par les ligaments ilio-lombaires, serait sans doute plus ample s'il n'était limité par un obstacle osseux : l'épineuse de S1 sur laquelle vient butter l'épineuse de L5.

En avant, par contre, aucun obstacle ne limite la *flexion*. Il pourrait alors en résulter des mouvements d'hyperflexion qui tiraillerait l'anneau fibreux postérieur et le trousseau ligamentaire de l'articulation lombo-sacrée. « Mais ces mouvements sont freinés par les puissants ligaments ilio-lombaires qui, mis en tension quand la cinquième lombaire tend à basculer en avant, limitent le mouvement ».

De Sèze, en insistant sur le rôle capital du ligament ilio-lombaire qui freine la flexion de L5, démontre qu'il ne peut tenir ce rôle que s'il se trouve dans de bonnes conditions anatomiques, c'est-à-dire, si la cinquième lombaire est à sa place normale, encastrée dans les ailes iliaques. Mais, si une anomalie transitionnelle change la situation de la dernière

vertèbre, libre, et la place en situation haute, le ligament ilio-lombaire, ne joue plus son rôle de frein (Fig. 12-13).

Fig. 12. — *La 5me lombaire est sacralisée* (schématique)

« La vertèbre L4, devenue vertèbre pivot, n'est pas encastrée entre les ailes iliaques. Ses ligaments ilio-lombaires, longs, minces, obliques en bas et en dehors, ne freinent pas ses mouvements de flexion antérieure et d'inflexion latérale. Le disque L4-L5, devenu disque charnière, est exposé à souffrir d'un surmenage physiologique. »
De Sèze.

Fig. 13. — S1 *est lombalisée* (schématique)

« Le dispositif anatomo-physiologique n'est pas foncièrement différent de ce qu'il est dans la sacralisation. En même temps que S1 prend la morphologie lombaire, elle subit une ascension qui repousse L5 vers le haut au-dessus de la ligne bis-iliaque : la vertèbre pivot (L5) n'est plus encastrée entre les ailes iliaques, ses ligaments ilio-lombaires minces et obliques en bas et en dehors ne freinent plus ses mouvements, le disque-charnière L5-S1 n'est plus protégé contre le surmenage physiologique. ». — De Sèze.

« La fatigue qui en résulte pour le disque charnière, se traduit fréquemment par des altérations anatomiques de ce disque visibles sur les radiographies. C'est ce qui explique sans doute pour une bonne part, les douleurs de la « sacralisation et la lombalisation douloureuse ».

Ainsi, comme nous venons de le voir, les éléments articulaires de l'articulation lombo-sacrée, ne diffèrent pratiquement pas de ceux des autres articulations inter-vertébrales, mais sa physiologie se complique du fait de son rôle capital dans la station verticale de l'homme : celui de transmettre aux membres inférieurs, par l'intermédiaire de la ceinture pelvienne, tout le poids du rachis.

Afin d'amortir les chocs transmis par le tronc au bassin et inversement, le sacrum peut « involontairement » exécuter deux mouvements, la *nutation* et la *dénutation*, qui « évitent en partie le télescopage et brisent en quelque sorte l'élan de la force exercée, soit par la colonne, soit par les os coxaux ». (SEMPÉ).

Les mouvements de nutation et de dénutation ont un axe dont on trouve l'origine au niveau du *premier tubercule postéro-externe* ou *premier tubercule conjugué* situé dans la concavité de la facette auriculaire ; ce volumineux tubercule (Fig. 10) doit son importance à ce qu'il donne insertion aux puissants ligaments interosseux, qui, d'autre part, se fixent à la tubérosité iliaque. « Ce ligament appelé *axil*, par FARABEUF, de direction transversale, est orienté dans le même plan frontal que celui du côté opposé et sert d'axe aux mouvements de nutation et dénutation » (SEMPÉ), dont le mécanisme est facilement compréhensible grâce aux figures 10 et 14.

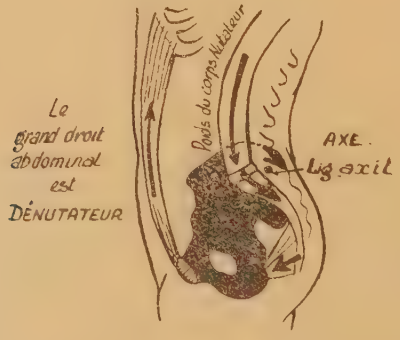

Fig. 14. — *Nutation et dénutation.* (d'après GALLAND)

Dans le rail des ilions, les deux surfaces auriculaires du sacrum ont un certain jeu qui permet à celui-ci d'osciller autour du ligament axil, centre géométrique ; ce mouvement a été comparé par certains auteurs, à celui d'une balançoire, par d'autres à celui d'une sonnette. C'est grâce à ce jeu articulaire que vont pouvoir s'effectuer les mouvements de nutation et de dénutation (que l'on retrouve aussi en obstétrique).

C'est dans ces conditions « mécaniques » que le poids du tronc est transmis par le rachis à la base du sacrum, c'est-à-dire en avant de l'axe des mouvements des articulations sacro-iliaques, ce qui entraîne l'inclinaison en bas et en avant du sacrum, et le relèvement, en haut et en arrière de sa pointe : c'est la *nutation.*

L'amplitude de ce mouvement est freinée par les ligaments sacro-iliaques antérieurs : le supérieur limite l'abaissement de la base sacrée, tandis que l'inférieur entrave le relèvement de la pointe du coccyx. Cependant, les efforts de ces ligaments seraient vains s'ils n'étaient puissamment aidés par les ligaments sacro-sciatiques et les muscles Grands Droits de l'abdomen, essentiellement *dénutateurs,* comme le montre clairement la fig. 14. Il est facile de mettre en évidence leur fonction ; il suffit de les faire contracter pour voir aussitôt diminuer la lordose lombaire ; les muscles spinaux ont, bien entendu un rôle antagoniste.

La physiologie de l'articulation lombo-sacrée doit donc sa complexité à l'obliquité de ses surfaces articulaires. Pour Galland et Las Casas, « le sacrum s'est incurvé en concavité antérieure, par suite: 1° de la pression verticale de haut en bas qu'exerce, dans sa moitié supérieure le poids du rachis ; 2° de l'attraction en avant que les ligaments sacro-sciatiques exercent dans sa moitié supérieure ». Ces différentes lignes de force appliquées en un même point, et les déformations qui en résultent dans la pièce sacrée sont donc la conséquence de l'adaptation progressive de l'homme à la station bipède.

Cette remarque nous entraîne à nous intéresser aux malformations de la zone de transition lombo-sacrée sur laquelle se sont penchés différents auteurs, notamment Léri, Weil M.,

Van Dam et à montrer jusqu'à quel point l'évolution phylogénique et ontogénique peut les expliquer.

Au niveau des zones de transition entre les différents étages du rachis, les vertèbres extrêmes de chaque segment peuvent prendre plus ou moins complètement les caractères morphologiques des vertèbres sus ou sous-jacentes ; ce sont des « vices de différenciations régionales » (Bertolotti). C'est ainsi que l'on peut observer une dorsalisation de la septième cervicale avec tous les accidents vasculaires de la fameuse côte cervicale ; de même, comme nous l'avons vu dans l'embryologie, on peut constater une sacralisation de la cinquième lombaire ou une lombalisation de la première sacrée, redoutables par les complications statiques qu'elles peuvent entraîner. « Il s'agit là d'anomalies progressives ou régressives de la formation du rachis, qui ont presque toutes leur homologue, à l'état normal dans l'une ou l'autre espèce de la série animale » (Leri).

La *sacralisation* consiste surtout dans l'augmentation du volume des apophyses transverses, qui peuvent arriver ainsi au contact de l'os iliaque ou du sacrum et même créer une véritable articulation. La cinquième lombaire est donc « assimilée » à une première sacrée.

La *lombalisation* est l'anomalie inverse. Elle consiste dans la diminution du volume et la division plus ou moins complète des masses latérales de la première sacrée, en même temps que l'arc postérieur ou le corps de cette vertèbre se séparent relativement du reste du sacrum. La première sacrée est donc « assimilée » à une cinquième lombaire.

Ainsi, dit Léri, « on fait la distinction radiologique et même anatomique des deux anomalies, en numérotant les pièces du sacrum et les vertèbres lombaires ». Nous aurons donc deux formules possibles : en cas de lombalisation, six lombaires et quatre sacrées ; en cas de sacralisation, quatre lombaires et six sacrées.

En fait, cette « numération » vertébrale n'offre aucune garantie car une anomalie survenant rarement seule, la lombalisation de la première sacrée s'accompagne presque toujours de la sacralisation de la première coccygienne. Bénassi, a pu

dire « même quand on a sous les yeux toute la colonne vertébrale, la solution du problème reste difficile ». Certes, la morphologie d'une vertèbre lombaire est tout à fait différente de celle d'une sacrée, mais pour les vertèbres de la région lombo-sacrée où les conditions embryologiques sont si particulières, une vertèbre perd souvent ses caractères spécifiques. Aussi, est-il toujours difficile et parfois impossible de dire si c'est une vertèbre lombaire devenue sacrée, ou une sacrée devenue lombaire ; « rien ne ressemble plus à une vertèbre sacrée plus ou moins détachée de la vertèbre sus-jacente qu'une vertèbre lombaire plus ou moins attachée à la vertèbre sous-jacente ». (Léri). « Comme les autres organes humains, la colonne vertébrale humaine est dans un état d'oscillation permanente entre les variations régressives et les variations progressives » (Le Double). Certains auteurs tels que Fisher,* Auberville, pensent que la colonne vertébrale est en voie de transformation, et qu'ainsi la limite dans les diverses régions de passage se déplace dans le sens crânial au cours de l'évolution phylogénique et ontogénique. La sacralisation correspondrait donc à une variation progressive et la lombalisation à une variation régressive. D'autres voient l'origine de ces malformations dans l'embryologie. Pour Rosenberg et Regallia, ces variations sont en rapport avec un mouvement ascentionnel du bassin, Ancel et Sencert les attribuent à une fuite entre les os iliaques du rachis foetal : quel que soit le processus exact, qu'il s'exagère et ce sera la sacralisation, qu'il s'arrête précocément et la lombalisation sera constituée.

Mais l'anatomie comparée apporte, dans ce domaine, des données nouvelles à la solution du problème. Elle montre en effet que dans la série animale, rien n'est plus variable que le nombre des vertèbres lombaires et des pièces sacrées. Si chez les quadrupèdes « les variations sont si fréquentes que l'on est fort embarrassé pour donner la formule d'une des

(*) Fischer. — Verh. Ges. phys. Anthrop. », p. 5. 1931.
Rosenberg. — Die verschiedenen Formen der Wirbelsaüle des Münschen Med. irhre Bedentung - Jena 1920.

divisions du rachis, telle la dorsale et la lombaire du porc, la lombaire du mouton, la sacrée de la chèvre » (Cornevin et Lesbre), les variations morphologiques de la région lombo-sacrée sont exceptionnelles. Par contre, chez les singes, et surtout les singes anthropoïdes, dont le nombre total de vertèbres est égal à celui de l'homme, le nombre des pièces vertébrales reste fixe : le chimpanzé, le gorille, ont 13D, 4L 5S, l'orang-outang, 12D, 4L, 6S. Remarquons que chez tous les singes anthropoïdes, mais surtout chez les chimpanzés et les gorilles la dernière lombaire serait souvent soudée en totalité au sacrum. (Le Double). Pour le gorille, il en existe un bel exemple au Musée d'Anthropologie de Paris (Musée Broca) ; et pour le chimpanzé, sept exemplaires sur douze que possède le Collège Royal des Chirurgiens de Londres, présenteraient une sacralisation.

Ainsi, à l'encontre des autres animaux quadrupèdes, les singes anthropoïdes possèdent-ils des malformations du carrefour lombo-sacré. Les lois de l'évolution permettent de penser qu'elles sont en rapport avec la conquête progressive de la station debout.

Il devient alors normal que la cinquième lombaire, ou plus exactement la dernière lombaire, vertèbre de transition, n'ait pas exactement tous les caractères de la région à laquelle elle appartient et qu'elle soit ainsi remaniée. La sacralisation, variation progressive, entre alors, dans le groupe des déformations statiques, de la « *Belastungsdeformitat* » (déformation à la charge des auteurs allemands.) (Weil et Van Dam).

Nous pouvons donc conclure avec Frey, Stève, Blunstchli, Kempermann, que les anomalies morphologiques, si fréquentes que l'on rencontre au niveau de la région lombo-sacrée, ont leur origine dans le bouleversement vertébral créé par le passage de la station quadrupède à l'attitude bipède, et dans cet esprit, que la fréquence de ces malformations chez l'homme tient à ce qu'il n'a pas encore trouvé « les conditions anatomiques définitives de la station verticale ». (Weil et Van Dam).

Examen Radiologique

de la

région Lombo-Sacrée

La radiographie en décubitus d'une colonne vertébrale déséquilibrée est un non sens radiologique.

La radioscopie vertébrale ne présente pas le même intérêt ni la même richesse que la radioscopie pulmonaire. Bien qu'elle permette parfois de déceler certains facteurs scoliogènes comme une hypertrophie hépatique par exemple ou des rétractions pleurales, ce n'est qu'à la radiographie que l'on peut demander l'indispensable « sécurité radiologique ».

Nous nous proposons de n'étudier dans ce chapitre que la projection plane, c'est-à-dire la radiographie standard. Cependant, d'autres techniques trouveraient ici leur application, telles la *stéréoscopie* surtout intéressante dans l'étude du carrefour lombo-sacré, et la *tomographie*, méthode d'avenir déjà employée couramment par Schervood More, Ronneux et Saidman.

Dans cette partie de notre étude, nous verrons successivement :

1° Les conditions physiologiques de la radiographie lombaire et lombo-sacrée.

2° La conduite de l'examen et les incidences à utiliser.

1° *Les conditions physiologiques de la radiographie lombaire et lombo-sacrée.*

La scoliose par malformation du carrefour lombo-sacré posant un problème de statique vertébrale il importe d'avoir une image de la charpente rachidienne en entier et de sa base, origine du déséquilibre.

Certes, comme nous le verrons dans la radiographie de la colonne vertébrale, il est classique d'utiliser les incidences de décubitus dorsal et ventral, mais dès à présent nous devons insister sur un fait qui nous semble capital : *dans tout*

examen de la colonne vertébrale fait pour juger un trouble statique, il importe de rester dans les conditions physiologiques de la statique. C'est seulement dans cet esprit que l'on pourra faire un véritable bilan vertébral ; aussi, pensons-nous que seuls les clichés pris en *position debout* offrent un réel intérêt clinique et radiologique surtout en matière de scoliose. Le film, dans ces conditions, permet, en effet de fixer l'attitude pathologique habituelle du sujet et saisit ainsi tous les points de la statique perturbée : flèche de la courbe somatique, situation et amplitude de la courbure de compensation, forme et vices de développement des haubans musculaires (intérêt d'une parfaite technique radiologique dans l'examen des muscles psoas), degré de rotation des corps vertébraux. En outre, bien adapté en scopie on pourra, par différentes manœuvres, voir quels sont les meilleurs facteurs susceptibles de corriger au maximum la courbe scoliotique et en conserver le principe dans l'initiative thérapeutique.

L'examen radiologique annuel systématique fait dans les mêmes conditions techniques et dans la même position statique permet seul de suivre ainsi, soit le degré de correction thérapeutique, soit au contraire, l'évolution de la scoliose.

2° *Conduite de l'examen et les incidences à utiliser.*

Rester dans les conditions normales de la statique, doit être le principe directeur de tout examen radiologique fait pour l'étude de la scoliose.

Dans cet esprit, nous conduirons notre examen de la façon suivante :

1° Cliché de l'ensemble du rachis de face ;

2° Cliché de la colonne lombaire, face, profil et oblique s'il y a lieu ;

3° Cliché de la région lombo-sacrée, suivant différentes incidences que nous verrons ;

4° Cliché du bassin de face.

Le cliché d'ensemble du rachis peut s'obtenir de deux façons : soit en une seule image ou « radiographie totale » (Saidman), soit par la juxtaposition d'images segmentaires. Des deux procédés, le plus rationnel est celui de Saidman car le seul physiologique. Pour sa réalisation, cet auteur emploie des films de 75 x 20 pour le rachis seul et de 75 x 40 pour les radiographies de l'ensemble thoraco-abdominal. La technique radiologique est facile : la distance anticathode-film doit être égale au moins au double de la longueur du film. Cependant, son emploi est limité par les complications techniques qu'elle entraîne : outillage particulier (grandes cassettes, écrans renforçateurs importants, cuves appropriées, importance du rayonnement diffusé nécessitant des grilles spéciales).

Dans la pratique courante, on utilise le deuxième procédé fait de la juxtaposition de radiographies régionales ; chaque étage vertébral, présentant des techniques particulières.

Notre sujet nous limite à la région lombo-sacrée. L'ensellure lombaire et l'inclinaison différente sur l'axe rachidien de la cinquième lombaire par rapport aux vertèbres sus-jacentes, feront que nous décrirons successivement les incidences des quatre premières lombaires, celles si spéciales de la cinquième lombaire et enfin les techniques propres au disque lombo-sacré.

A) *Les quatre premières vertèbres lombaires.*

Des constantes électriques irréprochables ne sont pas seules suffisantes pour assurer d'excellents clichés, il faut encore préparer le malade. Celui-ci prendra la veille au soir et deux heures avant l'examen, un lavement d'un litre de tilleul ou de décoction de guimauve qui débarrassera son intestin : les matières et les gaz par leur projection sur le rachis peuvent, en effet, dissimuler les détails ou imposer de fausses images. Cependant une précaution reste à prendre en donnant le lavement : purger le caoutchouc d'air et éviter d'en introduire dans l'intestin.

Bien qu'ayant recommandé la vue frontale pour l'étude de la courbe scoliotique, on ne peut cependant être complet que

si l'on étudie dans les autres incidences certains détails déjà soupçonnés dès le premier cliché. Nous étudierons donc les trois incidences fondamentales des quatre premières vertèbres.

Radiographie de face.

Chez le sujet non scoliotique, la position classique pour l'examen est le *décubitus dorsal*. La mise en place du malade est importante, car il faut rapprocher au maximum le rachis du film en réduisant au minimum la lordose lombaire : on y arrive par la position dite « en bateau » (Fig. 15). Le malade est en relâchement musculaire le plus complet, sa tête, ses épaules, la partie supérieure de son thorax sont soulevés par des coussins tandis que ses jambes sont fléchies sur les cuisses ou soulevées sur un chevalet. Cette position en corrigeant l'arc naturel de l'ensellure lombaire, rapproche au maximum la colonne du plan de la table comme le montre la figure.

Fig. 15. — *Radiographie de la colonne lombaire en décubitus dorsal* (d'après Clark)

1. Après réduction de l'ensellure physiologique. — 2. l'ensellure ayant conservé son arc naturel.

Le sujet en place, on vérifie la symétrie parfaite du bassin et, afin de diminuer l'épaisseur de la masse intestinale, on comprime l'abdomen par une sangle.

Maintenant se pose la question de centrage du tube. Certains auteurs conseillent de centrer sur l'ombilic, d'autres, sur la moitié de la ligne appendice xyphoïde-horizontale des épines iliaques antéro-supérieures ; quant à nous, nous cen-

trons à deux travers de doigt au-dessus de l'ombilic le tube à un mètre au minimum.

Mais en vertu du principe que, « pour obtenir une bonne image radiographique d'un ensemble squelettique courbé formé d'éléments multiples juxtaposés, il importe de disposer le foyer d'émissions au centre ou aussi près que possible du centre de la courbe à explorer ». Capelle et Fouchou ont décrit une incidence de face, appelée incidence de Capelle et Fouchou, ou incidence postéro-antérieure. Le sujet en décubitus ventral, on centre le tube au maximum de la courbe lombaire, la distance anticathode-film est ici bien entendu réduite. La

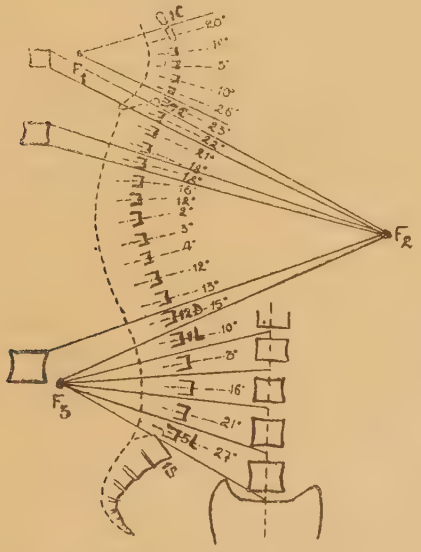

Fig. 16. — *Schéma des courbures du rachis et de l'inclinaison des corps vertébraux par rapport au rayon perpendiculaire au plan du film* (d'après Ledoux-Lebard)

F1. Foyer théorique de l'ampoule pour les cervicales. — F2. Foyer pour les dorsales. — F3. Foyer pour les lombaires.

compression produite a l'avantage de chasser les gaz vers les flancs, et d'améliorer ainsi la qualité des images; si, chez les sujets importants, on a quelques difficultés à réduire suffisamment la distance colonne vertébrale-film, cette technique don-

ne, par contre, d'excellents résultats chez les sujets moyens, ou atteints de lordose prononcée.

Cette incidence peut aussi être employée *en position assise*, avec Potter vertical : elle fait apparaître les effets, soit d'une asymétrie du bassin ou du sacrum, soit d'une inégalité dans le tonus des masses musculaires du tronc.

Mais pour l'examen du scoliotique, c'est en *station verticale* qu'il faudra la pratiquer, en intercalant entre la sangle qui maintient le malade vertical et l'abdomen, un ballonnet que l'on gonflera pour repousser les anses. Cette position a, comme nous l'avons déjà exprimé, l'avantage de fixer le sujet dans son attitude pathologique, de plus elle permet si l'appareillage est de puissance suffisante, de faire une téléradiographie de la colonne.

L'incidence *postéro-antérieure* a tous nos suffrages. Elle est beaucoup plus « logique » que l'incidence antéro-postérieure, ou incidence en décubitus dorsal : elle respecte en effet, si l'on peut dire, les lois de l'optique et de la géométrie. C'est ce qu'ont démontré dans une de leurs publications, De Sèze et Colliez.

La lordose lombaire crée un problème riche de conséquences importantes et généralement méconnues : les disques lombaires lordotiques divergent vers l'avant, et le centre de leur « éventail » se trouve donc en arrière (Fig. 16 et 17).

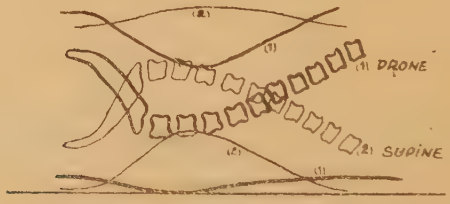

Fig. 17. — *Radiographie de la colonne lombaire en décubitus dorsal et ventral* (d'après Clark)

1. En décubitus ventral. — 2. En décubius dorsal.

L'ampoule émet un faisceau conique, un « éventail de rayons » or, si le centre du cône rayonnant coïncide avec le centre de l'éventail des disques, ceux-ci pris tous de champ, don-

neraient une projection parfaite : il ne serait alors pas utile de faire un cliché pour chaque disque. C'est pourquoi De Sèze et Colliez, s'insurgeant contre la position ventrale de l'ampoule, hérésie flagrante qui oppose l'ouverture des deux éventails, ont préconisé la position « *film ventral-ampoule dorsale* » : cette technique aboutit à une amélioration considérable des résultats.

Cependant, pour les auteurs, deux remarques s'imposent. La première : l'angle des disques n'étant pas en proportion égale pour tous (Fig. 16), leur recoupement ne se fait pas en un centre géométrique unique : ceci a cependant peu d'importance, vu la précision relative dont on peut se contenter. La seconde est plus importante : le centre moyen des rayons discaux ne se situe guère à plus de 30 ou 40 cm. en arrière de la ligne des épineuses, alors que la technique standard exige une distance de 1 mètre, une distance moindre, malgré le Potter, ne projetant plus des rayons suffisamment parallèles.

Aussi, à la suite de ces remarques peut-on conclure avec De Sèze et Colliez que la solution « *film-ventral-ampoule dorsale* » doit s'occuper de centrer sur un disque et ne fait qu'améliorer la vue des autres. Ajoutons cependant, qu'elle ne résout pas entièrement le problème.

Radiographie de profil.

Suivant des habitudes ou techniques personnelles, et en tenant compte de la facilité du malade à se mouvoir, on prendra un profil droit ou gauche. L'image des deux profils sera cependant indispensable dans certains cas difficiles, tuberculose vertébrale par exemple. Pour cette incidence, le radiologue aura le choix entre le décubitus, la station assise et la position debout.

Le malade *en décubitus* sur le côté choisi, aura les jambes fléchies sur les cuisses, elles-mêmes fléchies sur l'abdomen (position en chien de fusil). Cette position a l'avantage

de permettre au malade une complète immobilité. On vérifiera ensuite le parfait parallélisme du plan des apophyses épineuses avec celui de la table et on redressera au besoin, les courbures latérales. En cas de non réductibilité comme dans les scolioses, il faudra centrer le tube au maximum de la courbe. Mais en général, on centre sur la troisième lombaire à quatre travers de doigt du plan dorsal ; le tube a une distance de un mètre minimum. Il est recommandé d'utiliser ici un localisateur ou à défaut, de fermer légèrement le diaphragme. On peut aussi pratiquer cette incidence en *station assise,* mais dans les scolioses, on devra conserver la *station verticale :* l'une et l'autre de ses stations offrent la possibilité de téléradiographies.

L'incidence de profil en station verticale offre encore l'avantage de pouvoir mesurer la lordose lombaire, sa flèche et l'inclinaison du plateau supérieur de L5 sur l'horizontale, *qui semble commander, en définitive, l'importance de la lordose.* On comprend la valeur de telles mesures dans certaines maladies du carrefour lombo-sacré, spondylolisthésis par exemple.

De Sèze adopte la méthode suivante : sur un cliché de profil en station debout, il élève la verticale passant par l'extrémité postérieure du disque S2-S3, pratiquement toujours visible sur un bon film, et il abaisse sur cette verticale la perpendiculaire menée du sommet de la courbe dessinée par la ligne postérieure des corps vertébraux. La longueur de cette perpendiculaire ou *flèche lordotique* exprimée en centimètre, constitue un bon indice individuel de lordose.

Chez le sujet normal, toujours d'après De Sèze, le sommet de la courbe se situe vers L4 ou L3: l'indice moyen est de 7 à 8 cm., en deçà et au-delà se situent les indices courts correspondant aux lombes plates et les indices longs correspondant aux hyperlordoses :

a) lordoses moyennes : indice 7 cm. 5. L'inclinaison du plateau supérieur de L5 sur l'horizontale est de 10°.

b) hyperlordoses : indice 11 cm. L'inclinaison du plateau supérieur de L5 sur l'horizontale est de 42°.

Radiographie en oblique.

Dans l'étude des apophyses articulaires et des petites articulations, il y aura intérêt, comme l'a démontré Lange, à faire des radiographies sous incidences obliques. Elles permettront en outre de préciser au maximum un examen des arcs postérieurs (Glorieux).

Cette technique demande une immobilisation parfaite du malade qui auparavant aura été tourné « en bloc » de 30 à 35° pour éviter la torsion. Le tube sera à une distance d'au moins 1 m. et si possible 1 m. 50 avec Potter, et l'emploi au besoin, de localisateurs spéciaux de Dyes ou de Meyer-Bergdorff. Afin de préciser l'angle de rotation du malade, un cliché de face sera parfois utile, en se souvenant que cet angle, comme celui du plan d'inclinaison des facettes articulaires, augmente au fur et à mesure que l'on approche du sacrum.

Pour faciliter la technique, Ghormley et Kirklin ont mis au point un procédé simple et pratique. Dans un carton de 24 x 30, ils découpent une large encoche concave que l'on appliquera sur l'abdomen. Du centre de la concavité part une ligne verticale qui, le sujet *en décubitus dorsal*, coïncide avec l'ombilic. Toujours du même centre, les auteurs tracent deux lignes qui font chacune avec la verticale un angle de 32° ; la mise en place du malade devient alors facile : on le fait tourner jusqu'à ce que la ligne limitant l'angle coïncide avec le rayon normal.

Le tube est centré pour que les rayons parcourent « tangentiellement » le plan des facettes articulaires du côté correspondant :

Cette incidence de 3/4 peut se pratiquer *en position assise* ou mieux dans les scolioses en *station verticale*.

En effet, dans les scolioses, la rotation de certaines vertèbres leur donne sur les clichés de face de la région lombaire un aspect semblable a celui des corps normaux vus sur un cliché oblique ; une moitié de l'arc échappe donc à l'examen. Pour obtenir un redressement de l'image, on est amené à faire un cliché avec une incidence oblique égale à celle de

la vertèbre que l'on désire examiner. Cette technique peut révéler une lésion congénitale qui risquerait de passer inaperçue autrement. Mademoiselle Glotz cite une scoliose consécutive à une hémivertèbre découverte sur un cliché antérieur. Par la suite, la malformation avait été masquée par la rotation secondaire, mais il suffisait d'un cliché oblique pour la retrouver.

Nous avons maintenant en notre possession un cliché de l'ensemble du rachis qui nous permet de nous rendre compte des courbures de la scoliose, un cliché de la colonne lombaire nous a précisé la courbe scoliotique vraie et nous laisse deviner des malformations de la charnière lombo-sacrée, c'est-à-dire de la région L5-S1. La pathologie si complexe de cette région de passage sur laquelle nous ont déjà avertis l'embryologie et la physiologie réclame du point de vue radiologique, des incidences spéciales que nous allons maintenant décrire.

B) *Cinquième lombaire et région lombo-sacrée.*

Nous traiterons d'abord de la cinquième lombaire, pour ensuite nous étendre sur la région du disque lombo-sacré.

Cinquième lombaire.

L'inclinaison différente sur l'axe du tronc de la cinquième lombaire oblige à des techniques particulières ;

En effet, la valeur de cet angle est extrêmement variable suivant les individus et sa connaissance est nécessaire pour permettre l'inclinaison crâniale du rayon dans l'incidence frontale du corps vertébral. Seul, le cliché de profil donne la possibilité de sa construction et de sa mesure. Sur ce cliché (Fig. 18), on trace une ligne XC longeant le bord inférieur de L5.

Elle détermine un angle avec l'horizontale XD : l'angle d'inclinaison du corps de la vertèbre. Suivant le principe

Fig. 18. — Mesure de l'angle lombo-sacré (d'après Le Wald).

de Le Wald, on peut de la même façon calculer l'angle lombo-sacré limité par une ligne passant par les angles antéro-supérieurs et antéro-inférieurs du corps de L5 et une ligne passant par le bord antérieur de la première pièce sacrée. Sa valeur moyenne oscille entre 30 et 60° ; faible chez l'enfant (22° environ), il croît avec l'âge.

D'autre part, on ne peut obtenir sur le même cliché une bonne image du corps et de l'arc (fig. 20) : l'axe antéro-postérieur du corps vertébral ayant une direction différente de celle de l'axe de l'arc (fig. 19).

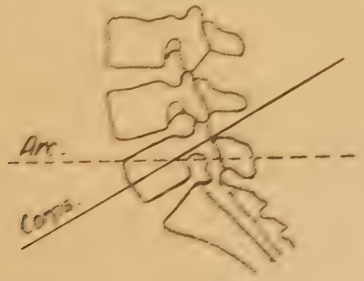

Fig. 19. — Les axes antéro-postérieurs du corps et de l'arc de L5. *Différence de leur inclinaison*

L'image de l'arc est en général suffisante sur les clichés de la colonne lombaire en totalité. Cependant le centrage par rayon normal sur l'ombilic, c'est-à-dire sur le corps de L5 est le procédé de choix et, « s'il prend en oblique le corps vertébral, il est parfaitement axé suivant l'apophyse épineuse de la cinquième et central par rapport à l'ensemble de l'arc » (Galland). Au contraire un centrage bas ou haut donne des images déformées en U ou en U renversé.

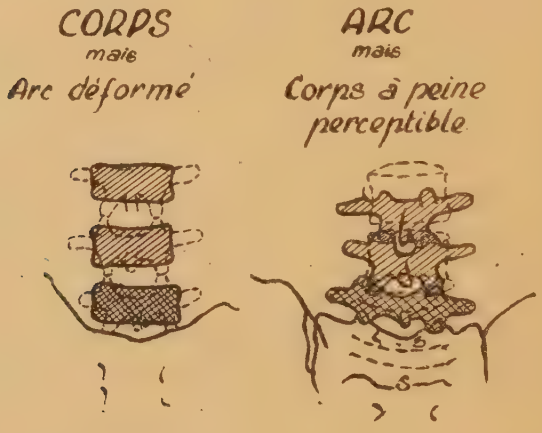

Fig. 20. — *Radiographies du corps et de l'arc de* L5. (d'après Galland.)

Quant *à la radiographie du corps* en *frontal*, on peut utiliser différentes techniques. On obtient d'excellents clichés avec l'incidence de Capelle et Fouchou nous ne reviendrons pas sur ses avantages et ses inconvénients. Généralement, le malade étant en décubitus dorsal, on amène le tube vers les pieds en lui donnant une inclinaison crâniale de sorte que le rayon directeur fait avec le plan du film un angle de 30 à 45° (Laquerrière). Pour notre part, nous utilisons les incidences du disque lombo-sacré que nous verrons plus loin et toujours en station verticale.

Pour la radiographie du corps *de profil*, rien d'important n'est à signaler, si ce n'est la nécessité d'augmenter le kilovol-

tage pour traverser les ailes iliaques. Cette incidence se fera *toujours debout*. On ne peut, en effet, concevoir une étude précise de la spondylolise, du spondylolisthésis ou du cinquième trou de conjugaison lombaire (le plus important de la région au point de vue physiologique) dans le décubitus.

Quant aux radiographies *en oblique* De Sèze utilise une technique spéciale appelée par lui « radiographie de L5 en double obliquité ». Simple et d'utilisation pratique, elle est indispensable pour le diagnostic du spondylolisthésis en permettant d'étudier dans les conditions les plus favorables, l'isthme et les apophyses articulaires.

Dans la technique habituelle de la radiographie en oblique, le malade est étendu sur la table en position intermédiaire entre le décubitus dorsal et le décubitus latéral ; le rayon directeur centré sur la vertèbre à étudier, est normal au film. Cette obliquité est donc une obliquité dans le plan transversal. Mais, comme pour le cliché de face, les mêmes difficultés surgissent de par l'inclinaison en avant de la cinquième lombaire, aussi De Sèze fait-il appel à une seconde obliquité. Celle-ci est une obliquité dans le plan sagittal « destinée à faire passer le rayonnement principal par le plan oblique du disque lombo-sacré. On la réalise en donnant à l'ampoule une inclinaison de 15 à 20°, parfois davantage, selon les indications données par la radiographie de profil ». Rappelons que pour être complet dans l'étude de 3/4 de la cinquième lombaire, nous ferons incliner le malade à droite pour l'analyse de l'hémi-arc droit, puis à gauche pour l'hémi-arc gauche tout en conservant à l'ampoule la même obliquité.

Disque lombo-sacré.

Le plan du disque lombo-sacré par lequel passera le rayon directeur a des limites précises, qu'il est indispensable de bien connaître (Fig. 21). Ces repères osseux, sont :

1° le bord inférieur des deux épines iliaques antéro-supérieures, en avant ;

2° le milieu de l'espace séparant les deux tubercules apophysaires épineux (L4-L5) en arrière.

Ces points s'entendent, bien entendu, au niveau de la peau.

Pour être certain d'une bonne technique, il sera commode de tracer sur les téguments un cercle dont les points de contact seront les repères précédemment cités. Mais la peau est mobile sur les plans profonds, aussi ne faudra-t-il tracer les contours cutanés de ce cercle qu'après avoir fléchi les cuisses du malade.

Les techniques d'exploration du disque lombo-sacré sont relativement faciles, car tout rayon passant par ce plan (Fig. 21) donnera non seulement une bonne image du disque,

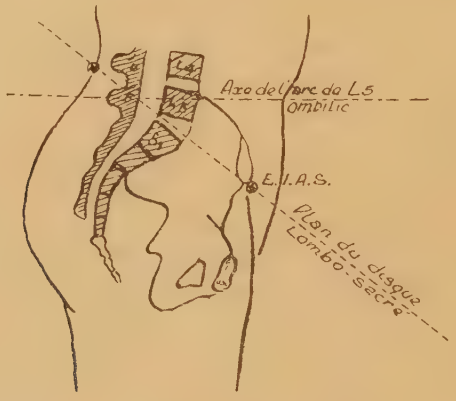

Fig. 21. — *Plan du disque lombo-sacré. Ses repères osseux.* (d'après GALLAND)

mais encore un bon cliché de la cinquième lombaire et de la première sacrée ; ces méthodes ont donc un intérêt considérable dans l'étude des malformations lombo-sacrées.

1° Pour GALLAND et LAS CASAS, deux positions fondamentales et une variante permettent une étude complète et précise de la région.

D'après ces auteurs, le décubitus dorsal offre deux possibilités. Dans la première (fig. 22 1-2), l'ampoule est inclinée dans le sens crânial, le rayon directeur pénétrant dans le plan du disque, fait avec le film un angle de 30 à 40° suivant que les membres inférieurs sont en extension ou légèrement fléchis. Cette incidence donne du disque une image satisfaisante. Dans

la deuxième possibilité, le malade, toujours en décubitus, les membres en hyperflexion sur le bassin au moyen d'un chevalet et un coussin sous le coccyx (fig. 22-3), le rayon explorateur est dans le plan du disque et normal au film ; dans certains cas, pour y parvenir, on devra utiliser la position de TRENDELENBURG.

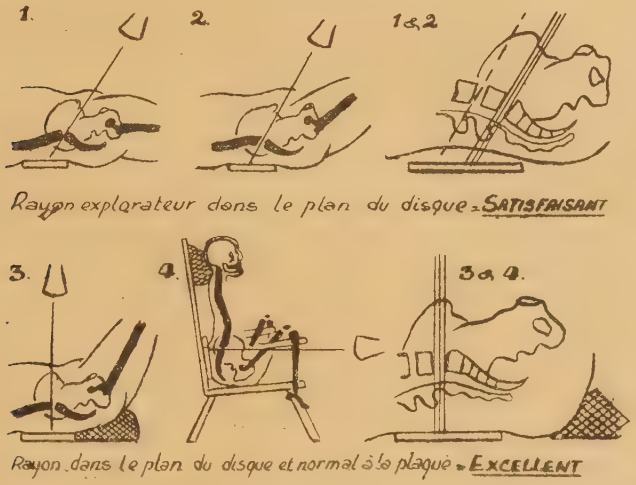

Fig. 22. — *Technique radiographique du disque lombo-sacré* (d'après GALLAND)

La variante consiste dans la position assise (fig. 22-4), avec un rayon toujours normal au film.

Ces dernières incidences donnent des images excellentes, aussi, devra-t-on utiliser le rayon normal chaque fois que ce sera possible (fig. 22, 3-4).

Si dans l'étude de certains syndromes pathologiques, le décubitus est un procédé intéressant, la nécessité d'un bilan vertébral rigoureusement exact exige pour l'étude du déséquilibre de la statique vertébrale la position verticale.

2° Pour la radiographie de face de la charnière lombo-sacrée, DE SÈZE et COLLIEZ demeurent fidèles à la technique « *ampoule dorsale-film ventral* qui permet en effet d'avoir à la fois sur le même cliché la charnière lombo-sacrée, les co-

lonnes lombaires et dorsales, avec les conséquences « mécaniques » qu'un trouble de la statique sacro-lombaire a pu créer à leur niveau.

De Sèze et Colliez opèrent de la façon suivante : le malade est placé debout et s'appuie à l'avant sur le chassis porte-film contenant une grande cassette de 30x40 ou 40x50. Le tube est situé derrière le sujet (fig. 23).

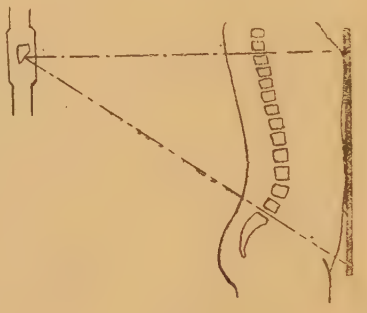

Fig. 23. — *Radiographie de face de la charnière lombo-sacrée* (d'après De Sèze)

Si celui-ci est mince, on peut effectuer un centrage radioscopique à travers les lames de la grille. Pour ce faire, on élève le tube jusqu'au moment où l'obliquité du rayon principal coïncide avec l'obliquité du disque lombo-sacré : l'intervalle clair du disque apparaît alors à l'écran.

L'usage de la scopie n'est pas possible chez les sujets obèses aussi doit-on calculer l'orientation du rayon principal en fonction de la lordose lombaire et de l'inclinaison du disque mesurée sur le cliché de profil. « Dans la grande majorité des cas où l'inclinaison du disque lombo-sacré par rapport à l'horizontale est d'environ 25 à 30°, on obtient de bonnes images de face de la charnière lombo-sacrée chez le sujet debout, en plaçant le foyer du tube au niveau des corps vertébraux D5 D6 D7, la distance focale horizontale anticathode-film étant de 90 cm. » (De Sèze).

Cette technique permet une très bonne visibilité de la plateforme sacrée et du disque L5-S1, ainsi que de la cinquième et quatrième vertèbres lombaires. Les vertèbres lombaires supé-

rieures apparaissent plus ou moins déformées, mais les images des disques et des corps vertébraux de la colonne dorsale sont excellentes. Donc, incidence parfaite pour la recherche d'une scoliose dans une obliquité de la plate-forme sacrée, d'une asymétrie de L5 ou d'un pincement unilatéral du disque lombo-sacré, et dernier avantage, avoir sur le même cliché la courbure de compensation. Les auteurs utilisent aussi cette technique pour connaître l'aspect du disque L4 L5 en position debout. Ils modifient bien entendu l'obliquité du rayon principal qui fait avec l'horizontale un angle de 10°, et élèvent le tube à la hauteur du corps de L1 ou de L2 ; la distance anticathode-film restant 90 cm.

Pour améliorer l'image du disque L5-S1, De Sèze et Colliez apportent des variantes à la technique générale dont nous venons de parler. C'est ainsi que l'on peut incliner le film en bas et en arrière, de façon à ce que le rayon oblique atteigne le film plus normalement. On peut aussi incliner l'ampoule en bas et en arrière au lieu de la laisser verticale (Fig. 24).

Fig. 24. — *Radiographie de face de la charnière lombo-sacrée* (De Sèze)

Au lieu d'employer l'incidence postéro-antérieure obliquement descendante, les auteurs ont parfois utilisé une incidence inverse antéro-postérieure obliquement ascendante. Pour cette technique (fig. 25), le film est contre le dos du sujet,

l'ampoule est placée en avant de lui, mais très bas, à la hauteur des cuisses.

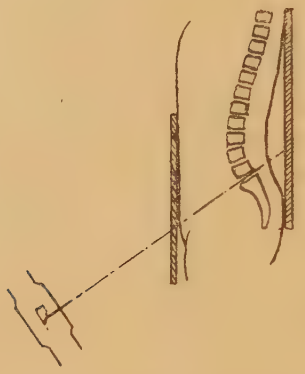

Fig. 25. — 2me *variante* (d'après De Sèze)

L'image du disque lombo-sacré est très bonne mais toute la colonne sus-jacente est trop déformée pour présenter un intérêt radiologique.

En résumé, la technique « *ampoule dorsale-film-ventral* » *en position debout* est l'examen de choix dans l'étude des scolioses à point de départ lombo-sacré. Elle est la seule capable de fournir au radiologue et au chirurgien un bilan vertébral intéressant car le film fixe l'attitude pathologique du sujet et tous les points de la statique vertébrale perturbée. Cependant, les fins clichés d'architecture vertébrale ne seront donnés que par les radiographies de *décubitus*.

La *radiographie de profil* du disque lombo-sacré est indispensable pour justifier certaines douleurs lombaires bas situées comme une arthrose ménisco-somatique ou pour juger d'un pincement comme dans le mal de Pott, examen radiographique que l'on complètera d'ailleurs par une sédimentation.

On peut faire un profil classique en décubitus latéral droit ou gauche en immobilisant parfaitement le malade en profil strict par des coussins et l'attitude en « chien de fusil » que nous avons déjà décrite pour la radiographie de profil des quatre premières lombaires. Cependant, il nous semble beaucoup plus intéressant — comme nous l'avons déjà longuement

signalé dans notre travail — de rester dans les conditions physiologiques de la statique. C'est pourquoi il nous semble préférable de prendre le profil du disque lombo-sacré, le malade debout. En outre, cette position a l'avantage de donner une mesure exacte de l'angle d'inclinaison du disque sur l'horizontale (Galland et Las Casas ont montré en effet que le décubitus diminue cet angle d'environ 10°), dont la connaissance est indispensable pour la radiographie de face de l'interligne lombo-sacrée.

Cette mesure de l'angle d'inclinaison retrouve son utilité pour la *technique de 3/4 en double obliquité* de De Sèze. Pour la radiographie en oblique de la région, Saidman conseille aussi l'incidence suivante : « l'angle d'inclinaison étant de 35 à 40°, on place le centre de la plaque un peu au-dessus du bord supérieur du grand trochanter. Le rayon normal passe par l'intersection de deux droites, l'une verticale à un travers de main en dehors de l'ombilic, et l'autre horizontale à la même distance ».

Dans certains cas de scoliose avec gros déséquilibre lombo-pelvien, c'est-à-dire avec obliquité transversale de la plateforme sacrée sur laquelle repose la colonne vertébrale, il sera intéressant d'avoir un cliché de la face supérieure du sacrum, des interlignes sacro-iliaques et de l'espace ilio-transverso-sacré. Cette vue d'ensemble est donnée par l'incidence axiale du sacrum qu'ont décrite Perles, Fischgold H. et Doassans P.

Ces auteurs ont crée une variante de l'incidence utilisée en pelvimétrie. « Le sujet à examiner est placé en décubitus dorsal ; on glisse un coussin sous la colonne lombaire pour accentuer la lordose et faire basculer le sacrum autour de la charnière lombo-sacrée en lui donnant la position de nutation au maximum ; veiller en plus à la rectitude de la colonne lombaire (fig. 26). L'ampoule est inclinée de 15 à 20° vers les pieds ; elle est centrée sur le milieu de la ligne, unissant l'ombilic au pubis. Leur rayon normal traverse donc le sacrum suivant son axe ».

Cette incidence met en évidence :

1° le *sacrum* vu par sa face supérieure d'avant en arrière ;

2° de chaque côté du sacrum, *les interlignes sacro-iliaques* qui sont vus en enfilade et facilement comparables.

3° « immédiatement en arrière des interlignes, un espace d'environ 1 cm. de largeur sur 3 cm. de profondeur, sépare le sacré postérieur de l'épine iliaque postéro-supérieure et du bord postérieur de l'os iliaque ». Cet espace est *l'espace ilio-transverso-sacré*. Si au cours de la mise en place du malade on n'a pas veillé à accentuer suffisamment la lordose lombaire l'apophyse transverse de la cinquième lombaire se projette sur cet espace, dans le cas contraire l'apophyse se projette au-dessus de cet espace qui apparaît dégagé. Chez le sujet jeune et normal, l'espace apparaît donc en clair, nettement délimité, par un fin liseré ouvert en arrière, se terminant en avant en véritable cul-de-sac.

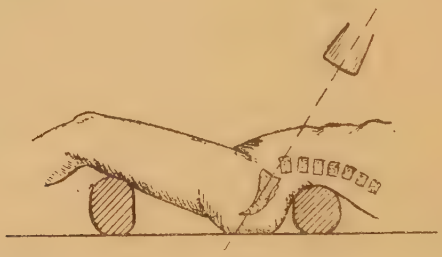

Fig. 26. — *Incidence axiale dans l'exploration radiologique de la charnière lombo-sacrée.* (d'après PERLES).

C'est dans cette zone que se projette le trousseau fibreux postérieur : ligaments ilio-lombaires, ligaments ilio-transversaire sacré, ligaments transversaires conjugués qui sont, bien entendu, normalement transparents aux rayons X. « L'étude de cet espace réfléchit très probablement l'état de l'appareil ligamentaire postérieur».

4° Suivant la position des vertèbres et l'angle d'inclinaison du rayon incident, on peut bien voir les *apophyses épineuses et les arcs* des quatrième et cinquième lombaires.

Nous n'avons pas eu assez de cas de scoliose avec gros déséquilibre lombo-pelvien pour apporter des documents sur leur retentissement au niveau de l'espace ilio-transverso-sacré: il

est cependant dès à présent certain que les troubles de la statique lombo-sacrée interviennent dans la morphologie et la densité de cet espace. Nous avons en outre abouti aux mêmes conclusions que les auteurs, à savoir « que le comportement de l'espace ilio-transverso-sacré n'est pas identique à celui de l'articulation sacro-iliaque. Nous avons, en effet, vu des sujets avec un espace ilio-transverso-sacré altéré et des articulations sacro-iliaques normales. Nous n'avons pas encore rencontré l'inverse ».

En résumé, comment conduire un examen radiologique complet et cliniquement valable de la région lombo-sacrée ? Un plan simple s'impose aussitôt :

1° Cliché de profil, en station verticale, de L5-S1, soit en centrant en scopie sur le disque, soit qu'on le repère approximativement à 3 cm. environ en avant du plan cutané postérieur, correspondant à l'épineuse de L5.

2. Mesure sur le film de l'angle d'inclinaison du disque L5-S1 avec l'horizontale.

3° cliché de face en « oblique ascendante » de la région en donnant à l'ampoule l'inclinaison calculée ci-dessus.

4° Cliché de 3/4 en faisant incliner de 45°, à droite et à gauche, le malade en station verticale qui permet — en plus des avantages sur lesquels nous nous sommes longuement étendus — d'obtenir une parfaite symétrie, droite et gauche. L'inclinaison pour la double obliquité sera en général de 20 à 25° sauf pour l'examen d'une cinquième lombaire listhésique où l'on conservera au tube l'inclinaison calculée sur le cliché de profil.

On peut, au besoin, terminer l'examen par l'incidence axiale de la charnière lombo-sacrée (Incidence de Perles, Fischgold, Doassans).

C) *Le Bassin.*

Le sujet debout, talons joints, le dos à la table, tenu bien vertical par une sangle qui comprime en outre les anses intes-

tinales, on centre sur la ligne médiane, 4 cm. environ au-dessus du pubis.

Cette incidence permet de faire le diagnostic différentiel entre une scoliose par malformation lombo-sacrée et un trouble statique par inégalité des membres inférieurs. De Sèze à ce sujet fait une remarque qui prend dans l'étude des scolioses une importance capitale. En effet, d'après cet auteur, même chez des sujets normaux qui « ne présentent aucune asymétrie apparente, il existe, sur le film, un léger décalage vertical entre les deux plafonds cotyloïdiens, de l'ordre de quelques millimètres, traduisant une légère inégalité de longueur des membres inférieurs. Ce décalage se retrouve, quoique moins apparent, au niveau des crêtes iliaques. On le trouve aussi sur le plateau sacré qui de ce fait est légèrement incliné de quelques degrés sur l'horizontale. Mais il s'établit une correction physiologique de sorte que le rachis retrouve son équilibre. La correction très légère au niveau du disque L5-S1, a son maximum au niveau du disque L4-L5, qui « absorbe et neutralise aisément des différences de 3 à 4 degrés ».

Pour conclure, quel est donc l'intérêt des différentes incidences dans l'étude des scolioses ?

La radiographie *de face* permet l'établissement du « schéma » radiologique avec ses courbes, ses flèches, ses points et ses angles.

La radiographie de *profil* centrée au maximum de la courbe montre l'image des disques et l'état calcique des vertèbres.

D'une part, elle met ainsi en évidence les altérations discales qui se manifestent par la perte de l'homogénéité de l'interligne : il est « grisâtre, souillé, floconneux » (Blandin). Il existe, en outre, un véritable tassement articulaire qui présente dans l'évolution scoliotique un stade déjà bien avancé.

D'autre part cette incidence montre l'état de calcification de la région épiphysaire dont on sait toute l'importance dans l'établissement du pronostic. Les plateaux perdent, en effet, cette netteté linéaire, si précise dans l'image normale, pour prendre un aspect ondulé, dentelé, tout à fait caractéristique.

Ces irrégularités sont souvent la conséquence de distensions du nucléus, de hernies intra-spongieuses, dont ZELTNER a souligné la fréquence dans les scolioses douloureuses. Ces modifications conjuguées sont des lésions de méniscite et d'épiphysite.

Enfin, la radiographie de profil permet de préciser les « répercussions cunéïformes des corps vertébraux affectant le plan équatorial comme dans les cyphoses ; on peut parler de cypho-scoliose vraie. En l'absence de cette altération caractéristique, il n'y a pas de véritable participation cyphotique car la déviation clinque dans les deux sens est due simplement aux phénomènes de torsion ». (SAIDMAN).

Quant au cliché *en oblique*, il permet un redressement de l'image quand les corps vertébraux vont s'enrouler sur eux-mêmes à la manière d'un tire-bouchon ; les épineuses sur le cliché de face indiquent le degré de rotation et permettent ainsi la mise en place du malade.

Donc, dans la constitution du dossier radiologique scoliotique, le radiologue ne doit être parcimonieux, ni de son temps, ni de ses films : l'avenir du jeune malade dépend de la qualité de son examen.

— L'examen du scoliotique est maintenant terminé, son dossier radiologique est constitué. La sémeiologie radiologique normale, que nous allons développer au prochain chapitre, va dès maintenant nous familiariser avec une région de passage extrêmement complexe, dont l'embryologie si souvent perturbée est à l'origine de malformations responsables des troubles statiques.

Séméiologie
de la région Lombo-Sacrée
et
Schéma radiologique
de la Scoliose

Les anomalies morphologiques si fréquentes, que l'on rencontre au niveau de la région lombo-sacrée, ont leur origine, avons-nous dit, dans le bouleversement vertébral créé par la conquête de la station verticale. Leur fréquence et leur complexité nécessite de la part du chirurgien et du radiologue, une parfaite connaissance de la morphologie radiologique normale de la région que nous allons développer. Dans un deuxième temps, nous étudierons le « schéma » radiologique de la scoliose, dont nos conclusions en montrent toute l'importance.

A) Séméiologie radiologique de la région lombo-sacrée.

a) *Cinquième lombaire.*

L'étude de la morphologie de la cinquième lombaire offre de grandes difficultés du fait de caractères particuliers. C'est d'abord une vertèbre de transition située entre la mobilité des autres lombaires et la fixité du sacrum, ensuite, la transmission mécanique de la masse rachidienne se fait dans de mauvaises conditions mécaniques : les surfaces portantes de L5 et de S1 n'étant pas dans le même plan.

Corps de L5.

Nous examinerons tout d'abord le corps vertébral sur les clichés de face (technique de Galland ou De Sèze). La difficulté de la lecture radiologique vient du fait qu'à l'encontre des autres lombaires, on ne distingue qu'imparfaitement les lignes latérales qui bordent le corps vertébral. Celui-ci se continue en effet sans limites précises avec les lames et les apophyses transverses. D'une façon générale, on peut assimiler l'image de l'ensemble à celle d'un « chapeau renversé ».

De *pofil*, le corps présente un aspect légèrement trapézoïde, le bord antérieur étant plus haut que le bord postérieur. Ces rapports sont ceux des Européens et des Nord-Américains, que Turner a également retrouvé chez les Chinois, les Malais, les Nègres...

Il désigne sous le nom d'*index lombaire*, le rapport entre les deux hauteurs. Leur égalité étant désignée par 100, il décrit trois catégories :

1° *Ortho-rachis*, index de 102 à 98.

2° *Koklo-rachis*, concave en avant avec un index supérieur à 102.

3° *Kurto-rachis*, convexe en avant avec index inférieur à 98.

Rappelons que l'intérêt principal du profil est d'indiquer la position relative de L5 et de permettre le diagnostic de son glissement.

Glissement en avant, c'est la spondylolise et le spondylolisthésis avec ses différents degrés : il existe à cet effet, des repères dont la principale est la ligne d'Ullmann. (Mener une ligne tangente à la face supérieure du sacrum et tirer une perpendiculaire sur cette ligne à la hauteur du promontoire : si cette perpendiculaire coupe le corps de L5 il y a spondylolisthésis).

Glissement en arrière, c'est le sacrolisthésis. Mais le diagnostic en est difficile, surtout au niveau de la cinquième lombaire du fait de conditions anatomiques particulières. En effet, pour De Sèze, ces « prétendus reculs sont dus en réalité : — soit à une différence de longueur entre les deux plateaux en regard, le plateau de L5 étant plus long que le plateau du sacrum et le débordant en arrière ; — soit à une disposition en biseau de la partie postérieure du plateau de S1 : le bord postéro-inférieur de L5, paraît alors surplomber l'angle postéro-supérieur de S1, créant ainsi l'illusion d'un déplacement postérieur ». Notons que pour l'auteur, les plus fréquents des faux rétrolisthésis sont dus à une technique radiologique défectueuse, notamment par la prise de clichés de profil en décubitus.

En outre, le profil montre la morphologie du trou de con-

jugaison lombaire dont on sait l'importance physiologique ; dans le rétrolisthésis, il prend alors une forme en « sablier ».

Arc postérieur.

Nous avons déjà vu ces différentes formes en U, X, U renversé suivant que le centrage était haut, normal ou bas.

De profil, l'arc postérieur n'est jamais net à cause de la superposition des os iliaques. Cependant, on sait tout l'intérêt d'un tel cliché dans le diagnostic de la spondylolyse.

En 3/4, l'aspect de l'arc est au premier abord déroutant, car il y a superposition au moins partielle d'une lame, de l'apophyse épineuse et d'une apophyse articulaire inférieure : la lecture de cette incidence est cependant fondamentale, car elle donne des renseignements capitaux dans le diagnostic de la spondylolyse et de l'arthrite apophysaire. Lachapèle en a

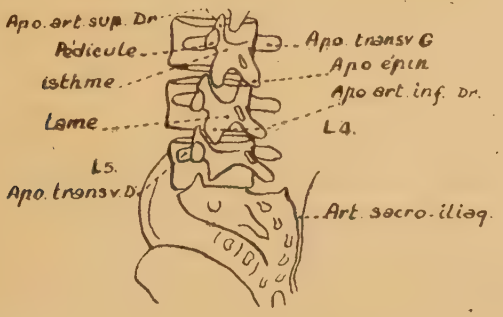

Fig. 27. — « *Les petits chiens* », de Lachapèle

facilité la lecture par un moyen mnémotechnique pratique : il compare l'arc au chien Ric et Rac stylisé par Rab (fig. 27). Le museau du chien est formé par l'apophyse transverse; l'œil démesurément ouvert, par la projection du pédicule ; l'oreille est constituée par l'apophyse articulaire supérieure; le cou. par la région de l'isthme; la patte antérieure par l'apophyse inférieure ; le corps du chien correspond à la lame, tandis que

l'arrière-train, moins nettement dessiné est formé par la superposition de l'apophyse épineuse et de l'hémi-arc opposé. Si le « chien porte un collier, c'est-à-dire s'il existe une fente dans la région du col, il y a spondylolyse de ce côté : si on trouve une fente sur le cliché du côté opposé, la spondylolyse est, bien entendu, bilatérale ».

Rappelons que les meilleures images radiologiques de cette région sont données par la stratographie et la stéréographie.

Les pédicules.

Sur le corps de face, les pédicules se projettent sous la forme de deux traits arciformes, représentant les faces inférieures et supérieures du pédicule. « Ils constituent la majeure partie d'une sorte de triangle, dont le troisième côté correspond à l'angle externe du corps vertébral. L'ensemble est désigné sous le nom de triangle ou polygone pédiculaire PP » (Saidman). Ce triangle a un rôle important dans le diagnostic précoce de la spondylolyse qui modifie ses rapports avec les lames (Roederer et Glorieux).

Les lames.

Les lames sont plus opaques que celles des autres lombaires, car elles possèdent une corticale plus épaisse : le renforcement de leur structure s'explique par les charges considérables qu'elles supportent et par les forces de traction qui s'exercent sur elles. Leur bord supérieur concave est centré par la projection de l'apophyse épineuse. Cette projection est un repère important, car c'est sur lui que l'on jugera du degré de rotation du corps qui se produit dans certaines formes de scolioses.

Les apophyses articulaires supérieures et inférieures.

Les apophyses articulaires supérieures, de forme pyramidale sont en général symétrique, tandis que les apophyses articulaires inférieures, plus volumineuses le sont plus rarement ; il faut en chercher la raison dans l'inégalité de la ré-

partition des charges. Celle-ci est due à des troubles statiques le plus souvent scoliotiques.

b) *Charnière lombo-sacrée.*

La charnière lombo-sacrée est une région essentielle : elle communique en effet au bassin tout le poids de l'axe vertébral. On lui reconnaît deux articulations : une antérieure ou discale, une postérieure ou apophysaire.

Articulation antérieure.

Elle met en présence la face inférieure de la cinquième lombaire et la surface articulaire ovale de la première sacrée par le disque lombo-sacré.

La face inférieure de L5 se projette suivant deux lignes, une antérieure correspondant au bord antérieur ; une postérieure pour l'autre bord. La première est nette et bien limitée, la seconde plus confuse ne permet de suivre le plancher vertébral qu'imparfaitement.

La surface ovalaire du sacrum se remarque difficilement à moins que ses bords n'aient subi un processus scléreux.

Cette description schématique de l'articulation antérieure s'entend pour une incidence frontale, mais seule une incidence de profil met nettement en relief la morphologie discale.

Dans cette incidence, le disque lombo-sacré apparaît alors sous forme d'un coin, à sommet postérieur, glissé entre L5 et S1. Son épaisseur est variable suivant l'âge et le sexe, et le processus pathologique qui a pu l'atteindre. Il représente le sommet de l'angle sacro-vertébral que nous avons étudié dans un chapitre précédent (p. 85).

Articulations postérieures.

Plus trapues et plus écartées de la ligne médiane que les apophyses articulaires supérieures, les inférieures s'agrippent

solidement aux facettes articulaires du sacrum et assurent parfaitement l'assise sacro-lombaire.

Quant aux facettes articulaires de la première sacrée, elles dépassent en général, la projection de la base du sacrum. Il peut être intéressant parfois de rechercher une différence d'opacité, qui marque une inégalité des charges statiques qui ont suscité à son niveau une réaction de défense par prolifération des travées osseuses.

Par des conditions techniques parfaites et des incidences diverses, nous avons constitué le dossier radiologique du scoliotique. Connaissant la séméiologie radiologique normale nous pourrons maintenant « déchiffrer » les images anormales qui conditionnent les troubles statiques. Il nous reste pour finir à étudier le « schéma radiologique » dont les conclusions guideront le chirurgien dans sa thérapeutique.

B) Le schéma radiologique de la scoliose.

Nous nous sommes inspirés pour cette étude du chapitre de Saidman, qui traite de l'examen radiographique des scolioses dans son important ouvrage sur « les Maladies de la colonne vertébrale ».

Le dossier radiologique avec ses clichés de face, de profil en oblique va nous montrer les troubles de la statique et les possibilités de sa correction. Mais dans l'étude du schéma radiologique, seul nous intéresse un cliché du rachis comprenant la partie supérieure du sacrum et les crêtes iliaques avoisinantes et *pris en station verticale*. C'est sur ce cliché que nous allons pouvoir tracer un graphique, pourrait-on dire puisqu'il nous permettra de suivre l'évolution de la scoliose ou, au contraire, la fixation.

Ce graphique comprendra des lignes et des angles.

Tout d'abord on trace *l'axe de sustentation* du rachis : du milieu de la ligne bi-crête, ou mieux de la droite joignant les deux épines iliaques antéro-supérieures, on élève une perpendiculaire (Fig. 28 ligne AB). Normalement, l'axe de sustenta-

tion partage le sacrum en son milieu et suit la projection de la ligne des épineuses.

Chez le scoliotique on décrit une seconde ligne appelée *courbe somatique* (Fig. 28 ligne CD). Quelle que soit la posi-

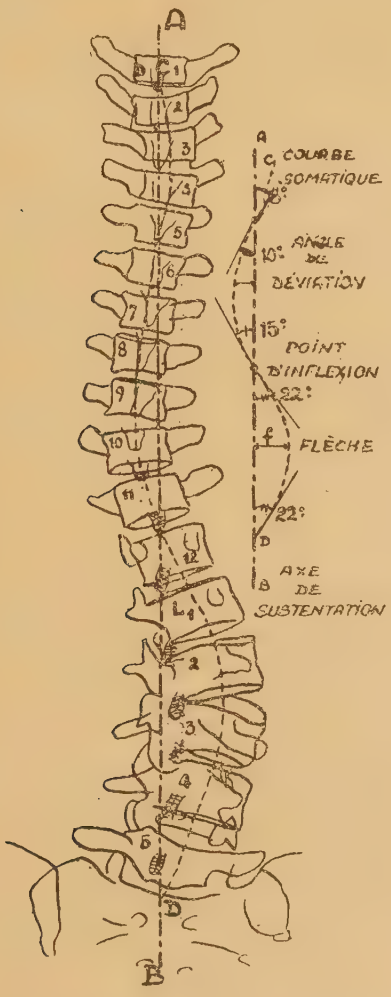

Fig. 28. — *Schéma radiologique d'une scoliose lombaire* (d'après Saidman).

tion du corps vertébral dans la colonne, on détermine l'axe

qui passe par son milieu. En réunissant ces axes à travers les disques intervertébraux, on obtient une courbe qui correspond à la courbe somatique.

Cette courbe croise l'axe de sustentation en certains points appelés « *points d'inflexion* », et les tangentes en ces points déterminent avec l'axe, des angles correspondant aux « *angles de déviation* » qui, au nombre de deux, ne sont pas à priori égaux. On désigne sous le nom de « *flèche* » de la scoliose (fig. 28, f), la distance maxima de la courbe somatique à l'axe de sustentation .

En connaissant ces données, on peut donc, durant la croissance, tracer un véritable « graphique » de la scoliose, en mesurant l'augmentation de la courbe somatique et parallèlement celle des angles d'inflexion. Il va sans dire que le malade devra être toujours radiographié dans une position identique et avec le même centrage ; cependant, en tenant compte de l'accroissement de l'axe rachidien avec l'âge, il faudra augmenter légèrement la distance anticathode-film, ou adopter alors ce tableau de correction établi par Saidman.

Distance anticathode-film	Courbe somatique	Courbe des épineuses
Pour une distance de 75 cm.	réduire de 10 %	ou de 4 %
Pour une distance de 100 cm.	réduire de 7 %	ou de 3 %
Pour une distance de 135 cm.	réduire de 5 %	ou de 2 %
Pour une distance de 170 cm.	réduire de 5 %	ou de 1,5 %

La radiographie de face va aussi mettre en évidence les déformations que la scoliose va créer au niveau des vertèbres. Avec Saidman, on peut les ramener à quatre types : inclinaison, rotation, torsion, rotation et tassement.

Inclinaison.

Déformation mineure, la vertèbre s'incline sur son axe, mais conserve ses rapports essentiels entre le corps et l'arc postérieur. On peut considérer cette déformation comme un stade de début.

ROTATION.

On la trouve essentiellement dans la région lombaire. Le corps perd sa symétrie par rapport à l'axe de sustentation, il est vu obliquement, et, tandis qu'il se tourne vers la convexité scoliotique, l'arc postérieur file vers la concavité ; une des apophyses costiformes est escamotée par l'ombre du corps vertébral, alors que l'autre allongée paraît amincie.

Les disques « baillent » du côté convexe ou le nucléus refoulé s'est « blotti ».

TORSION.

Elle s'effectue autour de l'arc postérieur maintenu fixe par les extenseurs du dos. Le corps prend alors la forme d'un « coin ou d'un losange ». Ce sont surtout les apophyses articulaires du côté concave qui, modifiées par les troubles statiques, vont s'adapter en créant avec les différents éléments sous-jacents une néarthrose aboutissant tardivement à l'ankylose.

TASSEMENT :

Il est fonction de l'état calcique de la vertèbre et des charges qu'elle supporte : on conçoit ici le rôle primordial de la vitamine D2, du calcium, de l'héliothérapie et du corset orthopédique.

La séméiologie radiologique normale nous a montré la complexité de cette région, le schéma radiologique nous a donné des moyens d'investigation dont la valeur indiscutable réclame du radiologue une discipline rigoureuse. La radiographie de la scoliose doit en effet apporter au chirurgien, au physiothérapeute ou au mécanothérapeute des certitudes et non des probabilités : tout l'avenir statique du jeune sujet en dépend.

Conclusions

Les scolioses congénitales d'origine lombo-sacrée constituent un grand chapitre de la pathologie chirurgicale infantile. Cependant, bien que congénitales, ces scolioses ne sont pas « forcément » une scoliose du début de la vie: scoliose en germe, elles peuvent apparaître cliniquement et radiologiquement au cours de l'adolescence.

Les conditions « mécaniques » stupéfiantes de l'articulation lombo-sacrée, le bouleversement vertébral créé par la conquête de la station verticale et les anomalies transitionnelles qui en résultent, expliquent la relative fréquence des troubles statiques dus à la « viciation » du carrefour lombo-sacré.

Dans le diagnostic de la scoliose congénitale, la clinique, tout en restant l'élément de base du diagnostic, doit être appuyée par l'examen radiologique. Mais faut-il encore que cet examen *respecte les conditions physiologiques de la statique et fixe le malade dans son attitude pathologique :* seule la station verticale répond à cette condition impérative. Quant à l'étude du carrefour lombo-sacré, « *c'est dans la station verticale, position naturelle pour l'étude des troubles vertébraux d'origine statique, qu'on obtient de la charnière lombo-sacrée, des images radiographiques fidèles, et toujours comparables à elles-mêmes* ». (De Sèze). De plus, comme nous l'avons montré au cours de notre travail, la position « *ampoule dorsale-film ventral* » s'avère la plus logique et la plus profitable surtout dans l'examen radiologique des scolioses, où une bonne visibilité des disques est absolument nécessaire.

Complément essentiel de la clinique, la radiographie est également indispensable pour l'établissement du pronostic et le choix de l'initiative thérapeutique.

Au chirurgien, le schéma radiologique permet de suivre l'évolution de la scoliose qui se manifeste par une augmenta-

tion de la courbe somatique et des angles de déviation. De plus, les différentes positions radiologiques mettent en évidence le degré de réductibilité des déformations, et enfin des incidences appropriées en montrent l'exacte situation. Nanti de ce bilan radiologique, le chirurgien conduira plus aisément sa thérapeutique entre le traitement orthopédique ou l'ostéosynthèse, indispensable « verrou de sûreté ».

Au physiothérapeute, la radiographie objective la décalcification vertébrale et guide dans son évolution sa cure actinique ou héliothérapique. Bien qu'essentiellement curative, l'irradiation peut être indiquée comme préventive des déformations ultérieures en consolidant l'architecture vertébrale et en tonifiant son système musculaire de soutien.

Notons enfin qu'elle apporte au mécanothérapeute des précisions dont il tient compte dans le choix et la durée des exercices.

Vu : *Le Président de la Thèse :*
VIRENQUE

Vu : *Le Doyen :*
LEFEBVRE

Vu et permis d'imprimer :
Toulouse, le 7 juin 1949

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université :
DOTTIN.

Bibliographie

Abadie. — Scoliose congénitale par malformations vertébrales multiples. *B. M. Soc. Nat. Chir. Paris* 1924, p. 1069-1071.

— Sacralisation douloureuse de L5 avec cure chirurgicale (réflexions sur la nature de la lésion et la technique). *B. M. Soc. de Chir. Paris*, 1924, p. 1054.

— Sacralisation de L5. *Gazette des Hôpitaux*, 1924, p. 1641.

Abel et Mutel. — Spondylolisthésis. *Rev. Méd. de l'Est*, t. 63, n° 23, Nancy, 1er décembre 1934.

Abercrombie (R. G.). — Pathology of adolescent scoliosis. *Brit. M. J.* J. 29 janv. 1938, p. 215-17.

Adams. — L'importance des apophyses articulaires des vertèbres dans la production de la scoliose. *Med. and Surg.* avril 1910, p. 17.

— Un cas de scoliose guérie par opération sur l'apophyse transverse *Am.* 5. *Orthop. Surg.*, nov. 1910, p. 299.

Aimes et Jacques. — Recherche sur la fréquence de la sacralisation de L5 dans les douleurs persistantes de la région lombo-sacrée. *Progrès Médical*, Paris.

Alajouanine et Thurel. — Lombo-sciatique par hernie discale et anomalies vertébrales. *Soc. de Neurol. de Paris*, séance du 1er mai 1947.

Albanèse. — Rapports entre les scolioses et les altérations vertébrales lombo-sacrées. *Archivo di Orthopedia*, vol. IVL, fasc. 2, p. 353-391.

Alessandri. — Sacralisation de L5 avec paralysie des membres inférieurs. *Rev. de Clin. Méd.*, 15 févr. 1927.

Anzilotti. — Contributio alle etiologia della scoliosi congenita. *Archivo di Orthopedia*, Milanò, t. XXXVII, f asc. 3, 1921-1922, p. 374-386.

Arcelin. — Curieuse lecture de sacralisation lombaire. *B. le de la Soc. Rad. Méd. de France*, n° 242, oct. 1937, p. 638.

Aubert. — Lésions associées congénitales et acquises de la colonne lombaire et sacralisation douloureuse. *B. M. de la Soc. d'Anat. de Paris*, CXIII, 1923, 491-495.

Azéma. — Le spondylolisthésis. *Thèse de Paris*, 1932.

Badley (H. M.). — Spinal curvature, ten etiologies and developpement. *Railway Surg. Chicago*, XXIV, 1917-18, p. 68-73.

Bailey (W.). — Observations sur l'étiologie et la fréquence du spondylolisthésis et ses précurseurs. *Radiology*, 1947-48, n° 2, p. 107-112.

Barbanneau (L.). — La sacralisation douloureuse de L5 (Etude clinique). *Thèse de Paris*, 1920-21.

Bargellini. — Déformités congénitales lombo-sacrées dans l'étiologie de la scoliose (sacralisation, rachisis, aplasies). *XIXme Congrès de la Soc. d'Ital.* in *Rev. d'Orth.* 1929, p. 103.

Basset. — La sacralisation de L5. *Gazette des Hôpitaux*, 1923.

---

* *La pathologie si complexe des maladies du Carrefour lombo-sacré et leur ralentissement sur la statique vertébrale justifie l'importance accordée à cette bibliographie.*

Bauer. — Exogenic congenital scoliosis case. *Vien. Med. Wenschr.* 78, janv. 1928, p. 160.

Beck. — Spina bifida occulta und angeborener klumpfüus. *München Med. Wochen scrift,* n° 11, 12 janv. 1920.

— Sacralisation de L5, cause de douleurs sacrées. *Zentralblatt für Chir.,* 60me année, 31 mars 1933, n° 13, p. 728.

Belot. — A propos de la radiographie de la colonne vertébrale : difficultés d'interprétation. *B. de la Soc. de Rad. Méd. de Fr.,* n° 239, mai 1937, 337-340.

Benassi. — La sacralisation de L5. *Gazette des Hôpitaux,* 1924.

— Morphologica radiologica della regione lombo-sacro-liaca. *Rivista di radiologica e fisica medica,* t. VI, 1931, 401-448.

Berg. — Congenital scoliosis. *Vien. Med. Arch.,* 21 avril 1934, 454-455.

Bermudez. — La sacralisation douloureuse de L5 et son traitement chirurgical. *Thèse de Paris,* 1935.

Bertolotti. — Contribution à l'étude des différenciations des vertèbres et particulièrement au niveau de L5. *Radiol. Méd.,* IV, 1917, p. 113.

Bertrand (P.). — Ce que tout médecin doit savoir de la scoliose. *Le Progrès Méd.,* n° 25. 10 nov. 1942, 454-456.

Bisgard (J. D.). et Musselmann (M. M.). — Scoliosis ; its experimental production and growt correction ; growth and fusion vertebral bodies. *Surg. Gyn. and Obst.* N° 70, juin 1940, 1029-1036.

Blandin. — Recherches radiographiques dans la scoliose. *Thèse de Lyon* 1934.

Blankoff. — Congenital scoliosis case. *Arch. Franco-Belges de Chir.* n° 31, mars 1928, p. 255-228.

Boehm. — *Boston Med. and Surg. Journ.* t. CLIV, N° 4, 1906.

Bonniot. — La résection de l'apophyse transverse de L5. *Lyon Chir.* t. XXIV, juillet 1841.

Boulaya. — A propos de la mensuration dans les scolioses. *Journ. de Méd. de Bordeaux,* n° 113, 10-30 septembre 1936, 628-631.

Bracaloni (E.). — Etude de variations radiologiques de la région sacro-lombaire. *Rad. Méd.,* vol. XI, fasc. 2, nov. 1924, p. 661.

Bradburn (W. N.). — Infection of the Blader and kidneys associated with congenital deformity of the lumbo-sacral spine. *Surg. Chir. N. Am. Philadelphia,* n° 11, 1922, 1367-1375.

Brichner (W. N.). — Spina bifida occulta. *Am. Journ. of Med. Sciences,* vol. 155, N° , avril 1918.

Brocher. — Les syndromes douloureux sacro-lombaires d'origine osseuse. *Soc. Méd. de Genève* du 2 oct. 1935, in *Rev. Méd. de la Suisse Romande.*

— Pathologie de la région lombo-sacrée. *Ztschr. Unfallmed.* n° 3, 1944.

Caleschi. — Contributio allo studio radiologico della anomalie congenite del trat to lombo-sacrale de rachide. *Rad. Med. Milano,* vol. V, 1918, p. 161.

Calve et Galland. — Nucléus intervertébral. *Presse Médicale* N° 31, 1930, p. 520-523.

— Le disque intervertébral en pathologie. *Rev. Méd. Fr.* t. XVI, oct. 1927.

Gardenas. — Congenital scoliosis, clinical discussion. *Péd. Espana,* n° 17, juin 1928, p. 237-242.

Cathala. — Insuffisance vertébrale. *J. Méd. Fr.* t. XV, n° 10, oct. 1927.

Cavolo (G.). — Contribution clinique et radiologique à l'étude de la sacralisation de L5. *Rad. Méd.* vol. X, t. VI, 1924, p. 37.

CHARBONNEL. — Sacralisation douloureuse de la 5me lombaire, intervention et guérison. *J. de Méd. de Bordeaux*, 20 avril 1940, p. 239.

CHERIGIER et ROEDERER. — Technique de radiologie en positions debout et couché. *B. de la Soc. de Rad. Méd. de Fr.*, n° 243, nov. 1937, p. 714.

CHEVALLIER (M.). — Résection de l'apophyse transverse pour sacralisation douloureuse. *B. M. de la Soc. de Chir.* 1937.

CHEVRIER. — Etude anatomique des anomalies. *Thèse de Montpellier*, 1925-26.

CLARK (K. C.). — Positioning in radiography. *W. M. Heineman (Medical Books)*, LTD, London 1945, IVme édition, p. 133-151.

COMPERE (E. L.). — Excision of hemivertebræ for correction of congenital scoliosis. Report of 2 cases. *J. Bone and Joint Surg.*, vol. 14, 1 july 1932, p. 555-562.

CORNEVIN et LESBRE. — Mémoire sur les variations numériques de la colonne vertébrale et des côtes chez les animaux domestiques. *Soc. d'Anthr. de Lyon*, 8 mai.

CORRET. — Hémisacralisation de la dernière lombaire et scoliose. *Rev. Méd. de l'Est*, t. LXIII, n° 3, 1er fév. 1934.

COSTE et MORIN (G.). — Spondylolise et spondylolisthésis. *Soc. Méd. des Hôpitaux*, 22 fév. et 1er mars 1935.

COTTALARDA. — La 5me lombaire, étude anatomique et radiologique. *Marseille Méd.* du 15 avr. 1922.

— Sacralisation de L5. *Gazette des Hôpitaux*, n° 52, 1921.

DAM (Van). — La scoliose. *Bruxelles Méd.* n° 25, 22 avril 1934.

DEFOUR et COUTURAT. — Sacralisation de la 5me lombaire, irradiation des signes vers la jambe. *B. M. de la Soc. de Méd. des Hôpitaux de Paris*, juin 1927.

DELAHAYE. — Quelques détails de l'ossification vertébrale. *J. de Rad. et d'Elect.* t. VIII, n° 4, avril 1924, p. 167-170.

DELAVALLADE. — Contribution à l'étude du spondylolisthésis. *Thèse de Bordeaux*, 1932.

DELHERM, THOYER-ROZAT, CHAPERON. — Sacralisation de L5. *Soc. de Rad. Méd. de Fr.*, 13 juillet 1920.

DELLHERM, BERNARD, LEFÈBVRE, PROUX. — Coupes radiologiques de la colonne vertébrale. *B. Off. de la Soc. Fr. d'Elect. et de Rad.*, 47me année, n °10, déc. 1938, p. 258-261.

DELMAS (J.). — Architecture de la ceinture pelvienne. *Thèse de Montpellier*, 1910.

DELPECH. — A propos de la sacralisation de L5. *Rev. d'Orth.* t. XV, nov. 1920, p. 700.

DENUCE. — Le spina bifida. *Doin* et *Ferret*, Editeurs, Paris, 1906.

— Le spina bifida, dépression cutanée, signe de la scoliose congénitale due à un spina bifida. *Rev. d'Orth.* 1912, n° 2.

DESFOSSÉS. — Les déformations des hanches dans les scolioses lombaires.

DICHMANN. — Congenital vertebræ defects case. *Beitr. Klin. Chir.* 1939, p. 191-196.

DIEULAFÉ. — La colonne vertébrale. *Baillières* et *Fils*, Edit., Paris, 1930.

DILBHUNT et FISCHER. — Curius congenital anomaly of the spine. *J. Am.* n° 888, mars 1926, p. 100-101.

DONALDSON. — Congenital abnormal vertebræ. *Am. J. Roentg.*, n° 20, déc. 1928, p. 544-586.

DUBAN et PASQUIÉ. — Sacralisation douloureuse. Résection de l'apophyse transverse. *Acad. de Chir.* 1941, p. 67-79, rapport SORREL.

Dubreuil-Chambardel. — Les variations du rachis et leurs conséquences pathologique et morphologiques. *Cours fait à l'Ecole d'Anthropologie de Paris*, in *Rev. Anthropologie*, janvier-février 1924.

Duclos (M.-H.). — Spondylolisthésis et spondylolise de L5; *B. M. de la Soc. d'Electr. Rad. des Méd. de Fr.*, t. 23, mars 1939, p. 135-138.

Ducroquet et Glotz (Mlle). — Evolution radiologique de la scoliose congénitale par hémivertèbre. *B. de la Soc. de Péd. de Paris*, 17 juin 1930.

Dupire. — Scoliose congénitale par hémivertèbre surnuméraire ou absente. *Thèse de Montpellier* 1939-1940.

Durieux (J.). — Le spondylolisthésis. *Thèse de Paris*, 1945.

Eb. — Anomalien der regio lumbo-sacralis in Röntgenbidde. *Beitrage zür Klinische Chir.*, vol. 95, 1915.

Edington (G.-H.). — Sacralization unilateral of lumbar rectabra in dog, resulting slifht scoliosis. *Glasgow M. J.* 134, July 1940, p. 11-13.

Eindorff. — Développement du spondylolisthésis suivant de graves courbures. *Zen trat blatt. für Chir.* 65, 25 juin 1938, p. 1.461-1.462.

Erlacher. — Le développement de la scoliose. *Beischrift für Orth. Chir.* fasc. 4, 11 juillet 1920.

Etienne. — Déformations dites essnetielles des os. Masson et Cie, éditeurs.

— Scolioses essentielles et glandes à sécrétion interne. *Soc. des Sc. Méd. du Languedoc-Médit.*, janv. 1934.

Etienne, Lapeyre et Cabanac. — Les courbures dans les scolioses. La quatrième courbure, courbure sacro-coccygienne. *Montpellier Méd.*, n° 94, nov. 1936, p. 263-269.

Fabre. — Glande thyroïde dans la scoliose. *Thèse de Montpellier*, 1920.

Farkas (A.). — Le mécanisme de la colonne vertébrale et de la scoliose. *Orvosi Hetilap.*, 6 avril 1935.

— La scoliose physiologique. *Rev. du Rhum.*, n° 10, oct. 1945, p. 239.

Feil. — La sciatique par malformation vertébrale. *Gazette Méd. du Centre*, avril 1920.

— Le rôle du spina bifida dans la genèse des anomalies. *Gazette Méd du Centre*, avril 1921.

Feutelais. — Main bote radio-palmaire et scoliose congénitale. *Rev. d'Orth.*, 1930.

Fischer. — Dysmorphies du rachis. *Thèse de Bordeaux*, 1928.

— Rachis. 6 dysmorphies congénitales du rachis et leurs syndromes cliniques. Vigot, éditeurs, Paris, 1928.

Fischer te Van Demak. — Fente sagittale d'une vertèbre. *J. Bone Joint. Surg.*, oct. 1945, in *Radiology* d'août 1945, p. 205.

Fletchner (G.-H.). — Le déplacement en arrière de la cinquième vertèbrelombaire dans la maladie dégénérative du disque. La signification de la différence entre les diamètres antéro-postérieurs de la cinquième lombaire et de la première sacrée. *J. Bone and Joint. Surg.* 29, n° 4, 1947, 1.019-1.026.

Forestier et Certonicy. — Arthrose ménisco-somatique lombaire et lombo-sacrée. *Semaine des Hôpitaux*, 7 déc. 1947.

Friberg (S.). — Spondylolisthésis. *Acta Chir. Scandinava*, suppl. 55-82, 1939, p. 1-140.

Friedman, Fischer, Eva, Van Demak. — Radiographies lombo-sacrées de 100 soldats. *The Am. J. of Roentg.*, vol. 55, n° 3, mars 1946, p. 292.

Galeazi. — Etiologie des scolioses. *Rev. d'Orth.*, mars 1932, p. 153.

Gallois et Japiot. — Architecture intérieure des vertèbres. *Rev. de Chir.* 1935, p. 688-708.

GALLAND et LAS CASAS. — Dynamisme lombo-sacré. *J. de Rad.*, n° 10, oct. 1929, p. 529-547.

GALLAND. — Radiogrpahie de face de L5. *Rev. Médic. Fr.*, 6 oct. 1920, p. 144-148.

GARCIN. — Radiographie de face de L5. *J. de Rad. et d'El.*, t. 5, 1921, p. 410.

GAUCHERAND. — Scolioses basses du point de vue obstétrical. *Rev. Fr. de Gyn. et d'Obst.*, avril 1931.

GEORGES (E.-M.). — Spondylolisthésis. *Surg. Gyn. Obstétrics*, t. 68, 1939, p. 774-181.

GEORGET (P.) .— De l'étude radiologique de L5 et du diagnostic radiologique de la sacralisation de cette vertèbre. *Thèse de Lyon*, 1920-1921.

GILLESPIEM (W.). — Diagnostic radiologique du disque intervertébral lombaire. *Brit. J. Rad.*, oct. 1940, p. 420-428.

GILON. — A propos de deux cas de scoliose essentielle à début lombaire. *Thèse de Montpellier*, 1920.

GIRARD (P.-M.). — Functional scoliois. *Pub. Health; Nursing*, 32, janv. 1940, p. 6-9.

GIRAUDI (G.). — Etude radiologique du sacrum. *Rad. Méd.* t. XXIII, n° 3, mars 1936, p. 147-640.

GLIORMLEY (J.-W.-L.). — Congenital scoliose by an unusual deformity of vertebral column. *New-York State J. Méd.* 38, 15 mars 1938, p. 482-483.

GLOTZ (M.). — L'évolution radiologique de la scoliose congénitale par hémivertèbre. *Thèse de Paris* 130.

GLORIEUX (P.). — Les scolioses par spondylolise. *Le Scalpel*, journal des sciences médicales, 7 oct. 1933, p. 40.

GLORIEUX et ROEDERER. — La spondylolise et ses conséquences : spondylolisthésis et scoliose listhésique. Masson, éditeurs, Paris, 1937.

GOLDTWAIT (J.). — The lumbo-sacral articulation. *Boston Méd. J.* vol. CLXIV, n° 11, 1911.

GONZALEZ-AIGUILLAR. — Escoliosis por vertebras en cuna supernumerias. *Progresos de la Clinica*, vol. 36, 1928, 483-487.

GOURDON. — Nouvelle méthode de diagnostic et classification des scolioses. *Gaz. Méd. Belge*, Liège, 1907, vol. XX, p. 214-216.

— Scolioses congénitales et atrophie des apophyses épineuses. *Rev. d'Ort.*, Paris 1922, n° 3, p. 109-113.

— Signes cliniques et radiologiques de la scoliose congénitale. *J. de Méd. de Bordeaux*, 1926, n° 3, p. 100-102.

— Sacrum basculé. *Presse Méd.*, 27 avril 1932, p. 669-671.

— Spondylolisthésis d'origine traumatique. *Bordeaux Chir.*, oct. 1933.

GOSSET. — Contribution au traitement chirurgical de la sacralisation douloureuse de L5. *Rev. du Rhum.*, mars 1939, n° 3, p. 145.

GRABER-DUVERNAY (J.). — Contribution à l'étude des lombalgies (pseudo-sacralisation et pseudo-lombalisation par ossification secondaire du ligament ilio-lombaire). *Rev. du Rhum.* 14, n° 3, 1947, p. 78-81.

GRAF (P.). — Traitement chirurgical de la sacralisation de L5. *Zentr. f. Chir.*, 60e an., 31 mars 1933, p. 728.

GRAVEALA (G.). — Le alterazioni condrodiafiche degenerative primitive isolata della fiffo-cartilagine intervertebrale. *Ann. di Rad. Diagn.* vol. XIX, fasc. 4, 1947, p. 265.

GREIG (D.-M. — A case of congenital scoliosis by interposition of half and dextra vertebrae. *Edinburg Med. J.*, 1910, n° 5, p. 236-238.

GUILLEMINET (M.). — Le spondylolisthésis. *Rev. d'Orth.*, t. 23, n° 5, sept.-oct. 1936, p. 385-436 et bibliographie annexée.

HADLEY (H.-G.). — Scoliosis. *M. Rec.* 152, 2 octobre 1940, p. 244.
— Frequency of spinal curvature. *M. Rec.* 153, 5 fév. 1941, p. 98-100.
HANSON. — Sur le développement des vertèbres étudiées par la radiographie depuis la fin de la vie fœtale jusqu'à 14 ans. *Rev. d'Orth.* 1926, p. 464.
HARBURGER. — Spina bifida occulta et sacralisation. *B. M. de la Soc. d'An. de Paris,* t. VII, 1925.
HARK (F.-W.) et THOMAS (H.-B.). — Scoliosis. *S. Clin. North Am.* n° 19, fév. 1939, p. 137-147.
HEBEL (G.). — Jarhe systematischer skoliosenbekampfung in einer mittelstadt. *Ztsch. f. Kruppelfüsorge,* n° 28, mai-juin 1928, p. 59-69.
HERDNER. — Exploration tomographique du rachis : sa valeur pour le diagnostic en chirurgie. *Rev. d'Orth.* t. 33, n° 3-4, avril-juin 1947, p. 241.
HIBBS et SWIFT. — Développement anormal de l'articulation lombo-sacrée et cause de douleurs : 147 malades traités par le « spina fusion opération ». *Surg. and Gyn. and Obst.,* mai 1939.
HOGSON (F.-G.). — Congenital deformities of the vertebrae and ribs, a report of four cases. *Am. S. Orth. Surg. Philadelphia,* vol. XIV, 1916, p. 34-44.
HOHMAN (G.). — Uber verschiebung von wirlein spondylolise, spondylolisthésis, wirbelverschiebung nach hinten drehgleiten bei lendenskoliose. *Ztschr. f. arztl Forbild.,* vol. 35, 1er novem. 1938, p. 616-668.
HORWITZ (T.). — Active 3-point pressure scoliosis brace. *J. Bone and Joint. Surg.,* vol. 22, oct. 1940, p. 1.085-1.087.
HOUDRÉ. — Quelques aspects radiologiques de la colonne vertébrale. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.,* 1917, p. 903.
HUDSON (H.). — Congenital scoliosis : report of a case showl supernumery ribs and vertbrae and others deformities with radiograms. *Inter. Clin. Philadelphia,* 18 S. II, 1908, p. 253-261.
HUTINEZ. — La scoliose chez les jeunes filles. *Santé pour tous,* juillet-août 1935.
IMBERT et COTTTALARDA. — Sur la sacralisation douloureuse de L5. *Gaz. des Hôpitaux,* 2 juillet 1935.
IVASHCHENCO. — Congenital scoliosis in connection vith osseous changes in vertebrae. *Ort. Traum.,* n° 1, t. 10, avril 1936, p. 68-79.
JAFFRES. — La sacralisation de L5. *Thèse de Paris,* 1948.
JAPIOT. — Sacralisation de L5. *Lyon Méd.,* 10 mars 1920 et *P. M.,* 1er déc. 1920.
— La sacralisation de L5. *J. de Rad. et d'Elect.,* t. V, n° 4, p. 145.
JARASDHY (W.). — Uber spatschadigungen des ruchen marks her kongenitalen skoliose und ihre operative behandburg. *Beitr. z. Klin. Chir.,* vol. CXXIX, 1923, p. 348-74.
JENKINS (J.-A.). — Spondylolisthésis. *British J. Surg.,* t. 24, 1936, p. 80.
JONATA (R.), NUVOLI (U.), TATA (G.). — Recherches radiologiques sur le fœtus humain. *Ann. di Rad. e Fis. Med.,* t. 17, fasc. 5, oct. 1935, p. 463-522.
JORDON. — Analyse radiologique de la colonne vertébrale. Description d'une technique nouvelle. *Radiology,* vol. 28, n° 26, juin 1937, p. 714-724.
JUDET (A.). — A propos de la scoliose par asymétrie de L5. *P. M.* n° 28. 1925, p. 450.
KANCKO (K.). — Congenital latera curvature of the spine. *Am. S. Orth. Surg. Philadelphia,* n° 3, 1912, p. 396-407.

KAUFFMANN (F.). — Zur kasuistick der congenitalen skoliose beucht uber neue falle von angeborener sertlicher. *Buckgratsnerkurmmung Itschr. Orth. Chir. Suttgart*, 1913, vol. XXXI, p. 81-108.

KENZIE. — Paraplegia associated with congenital scoliosis case. *Archiv. Surg.* n° 15, août 1927, p. 222-230.

KIRMISSON. — Spina bifida, ascention légère de l'aile iliaque, scoliose lombo-sacrée. *Rev. d'Orth.*, 1905.

— Déformation du bassin liée à l'existence d'un spina lombo-sacré. *Rev. d'Orth.*, t. VII, octobre 1907.

— Scoliose congénitale. *Rev. d'Orth.* 1910, p. 21-23.

KLAR (M.). — Spondylolisthésis et préspondylolisthésis. *J. de Bordeaux et du S.-O.* n° 13, 10 mai 1932.

KLEINBERG (S.). — Symposium on discorders of children; management of structural scoliosis. *M. Rec.* 142, 4 déc. 1935, p. 499-505.

— Management of structural scoliosis. *M. Rec.* 142, 18 déc. 1935, p. 536-538.

— Scoliosis. *Surg. Gyn. and Obst.*, vol. 67, n° 4, oct. 1938, p. 467-480.

KOCHANNOWSKI (J.). — Congenital variations and malformations. *Polski przegl. Radjol.*, n° 8-9, 1934, p. 33-60.

KOHLER (A.). — Rontgenologie. Les limites de l'image normale et les débuts de l'image pathologique. Traduit en français par G. Meyer, édition Delachaux et Niestlé, Paris.

KOPITS (I.). — Scoliosis. *Budapesti Orvosi Ujaq* 38, janvier 1940. p. 1-4.

KUHNS (G.). — Congenital scoliosis ; revue of 77 patients. *New England J. Med.* 21 juin 1934, p. 1.310-1.315.

— Physiological scoliosis. *Arch. of Ped.*, n° 55, June 1938, p. 343-351.

LACAPERE. — Etude sur l'ostéophytose vertébrale. *Revue du Rhumat.*, août 1947, p. 249.

LACHAPELE (A.-P.). — Un moyen simple pour faciliter la lecture des radiographies en incidence oblique de la région lombo-sacrée. *B. de la Soc. d'Elect. Méd. de Fr.* n° 257, mai 1939, p. 175-176.

— Glissement vertébral. Etude radiologique. Diagnostic radiologique de la spondylolise. *B. M. de la Soc. d'Elect.-Rad. des Méd. de Fr.*, t. 27, 1939, p. 175.

— Articulations postérieures et maux de reins. *Rev. du Rhum.* n° 7, 1946.

— Le disque intervertébral. *Conf. pour le diplôme de Rad. sous la direction du Prof. Lamarque.* Montpellier, mars 1947.

— La région lombo-sacrée. *Même référence que ci-dessus.*

— Spondylolyse bilatérale chez une fillette de 11 ans. *Soc. d'Electr. Rad.*, juin 1947.

— La spondylolyse est-elle traumatique ? *Soc. d'Electr.-Rad. du S.-O.*, séance du 28 fév. 1948, in *J. de Rad. et d'Electr.*, t. 30, n° 1-2, 1949, p. 80.

LAMBREZ. — Contribution à l'étude du spondylolisthésis. *Thèse de Bordeaux*, 1928 .

LAMY (L.). — Scoliose congénitale par sacralisation asymétrique de L5. *B. de la Soc. de Péd.*, n° 1, p. 12.

— Scoliose congénitale par malformation congénitale lombaire. — *B. de la Soc. de Péd.* XXII, 1924, p. 203-205.

— Ecole pour scoliotiques. *Guérir*, n° 140, 15 juillet 1938, p. 217.

LAMPADARIOS (E.). — La scoliose dans les écoles de Grèce. *La méd. scolaire*, 1er mai 1933, n° 5.

LANCE. — Observation de scoliose congénitale. *B. de la Soc. de Péd.* XV, 1913, p. 167-169.

— Spina bifida et scoliose. *B. de la Soc. de Péd.*, nov. 1920. *Congrès*

Fr. de Chir., oct. 1920.
— Scoliose congénitale par sacralisation asymétrique de L5 et hémivertèbre surnuméraire. *B. de la Soc. de Péd.* n° 1, 1923, p. 12.
— Deux observations de sacralisation douloureuse chez l'enfant. *B. de la Soc. de Péd.*, n° 1, 20 fév. 1923, p. 62.
— Sacralisation douloureuse. *Gaz. des Hôp.*, n° 27, 30 nov. 1946.

Lapeyrie (E.). — La scoliose statique n'existe pas. *Montpellier Méd.*, n° 1, 15 janv. 1934.

Lapeyrie (E.) et Cabanne. — Scolioses congénitales en observation pendant trois années. *Arch. de la Soc. Méd. de Montpellier*, 17 avril 1936, p. 134-139.

Lavermicocca. — Etiologie des scolioses. *Rev. d'Orth.*, 1929, p. 102.

Le Breton. — Congenital latera curvature of the spine. *Péd. N. Y.* XXVII, 1915, p. 73-80.

Ledent (R.). — Classification et pronostic des scolioses. *Ann. de Méd. et Phys. d'Amiens*, XVIII, 1925-1926, p. 122-131.
— Aux extrêmes en matière de scolioses. *Le Scalpel*, 27 janv. 1934.
— La scoliose et l'école. *Le Scalpel*, n° 10, 1947, p. 215-220.

Le Double. — Traité des variations des os de la colonne vertébrale, Paris, 1913.

Ledoux et Caillods. — La sacralisation de L5 (Pathogénie). *P. M.* du 12 février 1921.

Ledoux-Lebard et Garcia-Calderon. — Technique de radiodiagnostic. Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1925, p. 322-329.

Lehmann. — Die kerwirbeldbdung ber der kongenitalen skoliose. *Frankfürt Itschr. J. Path. München* XXI, 1925, p. 489-499.

Lemesurier (A.-B.). — Une méthode permettant la correction des déformations de la scoliose avant l'intervention chirurgicale. *Rev. du Rhum.*, n° 10, oct. 1945, p. 239.

Léri (A.). — Les affections de la colonne vertébrale. Masson et Cie éditeurs, Paris, 1925.

Leriche et Policart. — De quelques notions physiologiques utiles à connaître pour la compréhension de la pathologie osseuse. *P. M.*, oct. 1928.

Leroy. — Contribution à l'étude étiologique de la scoliose essentielle des adolescents. *Thèse de Paris*, 1921.

Levine (M.-A.) — Sciatic scoliosis, clinical analysis of 80 cases. *Arch. Surg.* 35, déc. 1937, 1.045-1.051.

Leveuf (J.). — Etude sur le spina bifida. Masson et Cie, édit. Paris 1936.

Lévy. — Contribution à l'étude de la cinquième lombaire normale chez l'adulte. *Thèse de Paris*, 1925.

Lewis (R.-W.). — Quelques aspects radiologiques de la colonne vertébrale envisagés au point de vue orthopédique. *Ann. J. of Roentg. and Rad. Thér.* XXXIII, n° 4, avr. 1935, p. 491-503.

Le-Van Tri. — Contribution à l'étude des courbures dans la scoliose. La quatrième courbure (courbure sacro-coccygienne). *Thèse de Montpellier*, 1936.

Lombard (P.). — La scoliose dystonie d'attitude. *Rev. d'Orth.*, n° 1-2, janv.-mars 1948, p. 17-24.
— A propos des malformations congénitales du rachis. *J. de Rad. et d'Electr.*, t. 30, n° 1-2, 1949, p. 50-57.

Maciejeswski (A.). — Scoliosis from théorical and clinical point of view. *Chir. Naz. Ruchi*, 10, 1937, p. 5-61.
— La scoliose, théorie et clinique, appareil redresseur de Scheede. *Chir. Nazzadow, (Ruchi i Orth. Polska, Vasovie)*, vol. 10, n° 1, 1937, in *J. de Chir.* t. 50, n° 1, juillet 1937, p. 7.

Marique (P.). — Contribution au traitement de la scoliose de l'adolescence au début. *Rev. d'Orth.* 1935, p. 760-763.

Malou. — Contribution à l'étude du spondylolisthésis. *Th. de Lille* 1939.

Massabuau, Guiral et Longon (P.). — Un nouveau cas de scoliose par hémivertèbre surnuméraire. *Arch. Soc. Sc. Méd. et Biol. de Montpellier,* 12, septembre 1931, p. 533-535.

Massart (R.). — Le diastasis sacro-iliaque. *P. M.* n° 20, 19 mai 1945, p. 257.

Mathieu et Demirleau. — Traitement chirurgical du spondylolisthésis douloureux. *Rev. d'Orth.,* t. 23, n° 4, juillet 1936, p. 352-363.

Mauclaire. — Plusieurs cas de sacralisations douloureuses. *Cong. Fr. de Chir.,* Paris, 1920.

— Sacralisation douloureuse et douleurs lombo-sacrées. *La Médecine,* 29 janv. 1921.

— La sacralisation douloureuse de L5. *Paris Méd.,* 29 janv. 1921.

Mauclaire et Flipo. — La sacralisation de L5. *Soc. d'Anat.,* n° 8-9, oct. 1922, p. 387.

Melamed (A.). et Ansfield (D.-J.). — Déplacement postérieur de la vertèbre lombaire. *Am. J. Roentg.* 58, n° 3, 1947, p. 407-328.

Meyer. — Spondylolisthésis juvénile indolore. *Rev. Méd. de la Suisse Romande,* Genève et Lausanne., An. 53, n° 12, 25 oct. 1933.

Meyerding. — Spondylolisthésis. *Surg. Gyn. and Obst. Chicago,* vol. 54,, n° 2, 15 février 1932, p. 371-377.

Meynadier. — La sacralisation douloureuse de L5. *Thèse de Paris,* 1923.

Michel (A.). — Variations et malformations osseuses intéressant l'articulation lombo-sacrée et troubles fonctionnels en résultant. *Thèse de Lyon,* 1919-20.

Michotte. — Les maladies propres du disque intervertébral. *J. Belge de Rad.,* vol. XXX, fasc. 4, 1947, p. 434.

Mollard (H.). — Recherches sur la scoliose. *J. de Méd. et de Chir. prat.,* 25 septembre 1934.

Monod (G.). — Les scolioses. *Thèse de Lyon,* 1909.

Monselse. — Contributio alla studia delle scoliosi congenitale. *Maggiore,* Milano, 1916, 21, IV, p. 251-265.

Mondolfo. — Sacralisation de la cinquième lombaire. *Arch. Ital. Chir.* 1937, n° 47, p. 561.

Montano (T.) et Gonzalez. — La paraplegia escoliotica sobre un caso con autopsia. *Semana Med.* I, 6 juin 1935, p. 1.613-1.620.

Morales (J.-L.). — Un cas de malformation de la colonne vertébrale. *Medicina,* t. X, juin 1942, p. 469-482.

Mouchet. — Sur une observation de scoliose congénitale : rapport de Kirmisson. *B. de Méd. Soc. de Paris,* 1910, nS, XXXVII, p. 408.

— Deux nouvelles observations de scoliose congénitale. *Rev. d'Orth.,* Paris 1910, p. 343-350.

— Sur la scoliose congénitale. *B. de la Soc. de Péd. de Paris,* XV, 1913, p. 205.

— La scoliose congénitale n'est pas forcément une scoliose du début de la vie. *Méd. Paris,* IV, 1922-1923, p. 32-36.

— Sémeiologie des affections de la colonne vertébrale (Pott excepté). *P. M.* du 18 sept. 1935, p. 1.465.

Mouchet et Duhem. — Scoliose lombaire par malformation congénitale de L5. *B. de la Soc. de Péd. de Paris,* XIX, 1921, p. 17.

Mouchet, Funk et Brentano. — Sur un cas de scoliose congénitale. *Compte rendu de la Soc. d'Obst. Gyn. Péd. de Paris,* XII, 1910, p. 213-216.

Mouchet et Roederer. — La scoliose congénitale. Paris 1922, Maloine et Fils, éditeurs.

— Considérations sur la pathogénie et l'évolution de la scoliose congénitale. *P. M.*, XXX, 1922, p. 577-579.

— La scoliose congénitale infantile. *J. de Méd. de Paris*, XII, 1922, p. 962.

— Quelques notions nouvelles relatives à la scoliose congénitale. *Rev. d'Orth.* X, 1923, p. 19-33.

Mouchet, Sorrel (E.) et Stefani. — Scoliose par contracture douloureuse des muscles lombaires au cours d'une épiphysite du rebord iliaque. *M. de l'Acad. de Chir.* 65, 1er fév. 1939, p. 160-162.

Müller (W.). — Sur les relations entre les courbures de la colonne vertébrale et les malformations vertébrales. *Arch. f.; Orth. und Unfall. Chir.* XX, Bd; 3 Heft, 1922, p. 345.

— Erfahrungen bei einen 40 tâgigen ertüchtigungskursus von skoliotikern im walderholungsheim hohenstein der landesversicherungsans talt astpieussen. *Ztschr. f. krüppelfürsorge*, 32, janv.-fév. 1939, p. 1-7.

Murray, Friedmann, Fischer et Van Demark. — Radiographies lombo-sacrées de 100 soldats. *Am. J. Roentg.* Mars 1946, p. 292-297.

Mutel. — Influence de la station sur la direction des travées osseuses du corps vertébral. *Cpte rendu de la Soc. de Biol.* avr. 1921, p. 807.

— Les aspects particuliers de l'architecture du corps vertébral chez

— les mammifères bipèdes et quadrupèdes et chez les mammifères pisciformes. *Cpte rendu de la Soc. de Biol.* Juil. 1921, p. 521-523.

— Le spina bifida occulta. *Rev. d'Orth.* Nov. 1924.

Mutel et Goeppert. — La scoliose statique. *Rev. de Méd. de Nancy*, 1er oct. 1938.

Mutel et Rémy. — Sur la détermination de l'orientation des travées osseuses du corps vertébral. *Cpte rendu de la Soc. Biol.*, Juil. 1922.

Nageotte-Wilbouchewitch. — Comment faut-il traiter les scolioses par malformations de L5. *B. de la Soc. de Péd. de Paris*, XV, 1913, p. 117-124 ; et *Ann. de Méd. et de Chir. Inf. de Paris*, 1913, XVII, n° 1, 34-48.

— La scoliose par malformation de L5 et son traitement. *Arch. de Méd. des Enf., Paris* 1914, XVII, n° 1, p. 34-48.

— Un cas de spina bifida occulta. Scoliose par malformation de L5. *Arch. de Méd. des Enf. Paris* 1914, XVII, p. 531-533.

— Causes possibles de malformations vertébrales. *B. de la Soc. de Péd. de Paris*, XVIII, 1920, p. 283-285.

Nau. — Scoliose congénitale. *Thèse de Paris*, 1904.

Nicoli. — Du rôle des malformations vertébrales dans l'étiologie des scolioses congénitales. *Thèse de Montpellier*, 1927.

Norbury (L. E .C.). — Case of deformity of the spine of congenital origine. *Proc. Roy. Soc. Med. London*, 1913-1914, VII, *Cset Stud. Dis Children*, p. 73.

Nove Josserand et Fayol. — Scoliose congénitale. Soudures costales. Spina bifida antérieur. Hémiatrophie vertébrale. *Lyon Méd.* CXX, 1913, p. 623.

Nove Josserand et Rendu (A.). — La sacralisation de L5 et les accidents qui en résultent. *P. M.* du 28 juil. 1920, p. 514.

Odishariya (S.) et Belakhian. — Scoliosis due to congenital wedge shaped vertebrae. *Ortop. and Traum.* N° 6, 11, 1937, p. 86-90.

Ombrédanne. — Traité de Chirurgie infantile et orthopédique. *Masson*, Editeur.

Passebois (P.). — Le corps vertébral. Etude anatomique. Déductions chirurgicales. *Thèse de Montpellier*, 1937.

Passebois (P.) et Bétoulières (P.). — L'aspect radiologique des encoches des corps vertébraux de l'enfant. *P. M.* du 18 fév. 1939, n° 14, p. 280.

Payr. — Insuffisantia vertebral. Konstitutions pathologie der werbelsaule. *Arch. f. Klin. und Chir.* 26 mars 1920.

Perrot-Babiantz. — Les malformations congénitales de la colonne vertébrale et les scolioses consicutives. *Rev. Méd. de la Suisse Romande*, n° 9, 25 juil. 1933.

Piquet et Bachmann. — Cinq cas de scoliose congénitale. *Rev. d'Orth.* mai 1929, p. 217-233.

Port (K.). — L'emploi de la radiophotographie stéréoscopique pour l'étude de la scoliose. *Zeitschr. f. Orth. und ihre Grenzg.* Berlin, 64, 2, 17 déc. 1935, p. 105.

Posth (M.). — Le sacrum. *Thèse de Paris*, 1897.

Rabl. — Quels rapports la scoliose a-t-elle avec le rachitisme ? *Arch. f. Orth. Chir.* 22 fév. 1929.

Rachetaux (J.). — Contribution à l'étude de la sacralisation de L5. *Thèse de Paris*, 1920.

Racugno (L.). — Scoliose congénitale due à une malformation lombo-sacrée. *B. M. de la Soc. Piémontèse de Chir.* n° 5, 1935, p. 902-912.

Ramanantsoa (R.). — Contribution à l'étude des muscles dans la scoliose essentielle. *Thèse de Montpellier*, 20 juil. 1942.

Ratchke (L.). — Etat actuel de nos connaissances sur la spondylolisthésis. *Deutsche Me. Wehnschr.* 63, 6 août 1937, p. 1128-1232.

Rées (H.-L.). — Multiple congenital skeletal deformity causing scoliosis case. *Lancet*, I, 26 avril 1930, p. 916-917.

Rendu et Arcelin. — Sacralisation de L5. *Lyon Méd.*, 10 mars 1920.

Risser (J. C.). — Scoliosis. *Physiothérapie Rev.*, 19, sept-oct. 1939, p. 278-280.

Risser (J. G.). et Fergusson (A. B.). — Scoliosis, its prognosis. *Bone (J.). et Joint Surg.* 18 juil. 1936, p. 667-700.

Rocher. — A propos d'un cas de sacralisation, diagnostic des maux de reins, traitement de sacralisation douloureuse. *J. de Bordeaux*, 10 mars 1936.

— Que faut-il penser de la scoliose statique ? *Bordeaux Chir.* n° 8, oct. 1927, p. 262-268.

Rocher et Noirit. — A propos de 6 cas nouveau de scoliose congénitale. *J. de Méd. de Bordeaux*, n° 59, p. 767-772.

Rocher et Roudil. — Etude clinique et radiologique de la scoliose congénitale. *J. de Méd. de Bordeaux*, n° 59, 30 août 1929, p. 677-680

— Deux cas de scoliose par hémivertèbre. *Soc. Anat.-Clin. de Bordeaux*, séance du 27 juil. 1930.

Roederer. — Scoliose congénitale par hémivertèbre surnuméraire. *Rev. d'Orth.* Paris 1911, 3 S. II, p. 259-261.

— Traitement de la scoliose congénitale. *Paris Méd.* 1910, 11, p. 281.

— Deux cas de scoliose congénitale par hémivertèbre. *B. de la Soc. de Péd. de Paris*, 1921, XIX, p. 137.

— A propos d'une opinion nouvelle sur la scoliose. *B. de la Soc. de Méd. de Paris*, 9 juin 1922.

— Spina bifida de S1 et région lombaire douloureuse. *Paris Chir.*, 17 nov. 1922, p. 475.

— Insuffisance vertébrale. *B. M. de la Soc. de Méd. de Paris*, 9 fév. 1923, p. 90.

— Examen de la colonne vertébrale. *Vie Médicale*, 23 fév. 1923, p. 129.
— La scoliose lombaire pure. *Concours Méd.* 25 mars 1923.
— Etiologie des scolioses. *Clin. de Paris*, 9 juin 1927, p. 22-27.
— Quatre cas de scoliose congénitale. *B. de la Soc. de Péd. de Paris* 18 mars 1930.
— Les erreurs auxquelles donnent lieu la sacralisation et la lombalisation. *B. M. d la Soc. de Méd. de Paris*, 12 mars 1936.
— Le procès de la sacralisation. *B. M. de la Soc. de Méd. de Paris*, 12 mars 1936.
— Quelques mots sur la sacralisation douloureuse. *Rev. de Méd. de Paris*, 9 mai 1936.
— Sciatique rebelle liée à une sacralisation. Résection de l'apophyse transverse. Guérison. Résultat de 2 ans. *Rev. de Chir. Paris* 1937.
— Deux cas de scoliose grave par anomalie vertébrale considérable. *Arch. Hospitalières*, n° 2, janv. 1941, p. 55.
— Un considérable puzzle vertébral. *Arch. Fr. de Péd.* T. III, n° 4, 1946, p. 357-584.
— Les difficultés du diagnostic des affections rachidiennes. *Arch. Hosp.* 16me année, n° 1-2, 1944, p. 7-12.
— Un cas de spondylolisthésis traumatique. *Rev. du Rhum.* 14, n° 3, 1947, p. 77-78.

Roederer et Dijonneau. — Contribution à l'étude des scolioses congénitales. *Paris Méd.*, 21 sept. 1929, p. 240.

Roederer et Majnoni d'Intignano. — Les lésions radiologiques de la scoliose au début. *B. M. de la Soc. de Rad. Méd. de Fr.* 23 déc. 1935, p. 593-595.

Roederer et Serrand. — Une forme rare d'une anomalie vertébrale congénitale. *B. M. de la Soc. de Rad. Méd. de Fr.*, 24 mars 1936, p. 188-190.

Roth. — Scoliosis due to congenital malformation of the spine. *Proc. Roy. Soc. Med. London*, 1919-1920 ; XIII, *Sect. Surg.* 10.

Rottenstein (G.). — Un cas de scoliose congénitale par vertèbre lombaire surnuméraire. *Arch. Franco-Belges de Chir. Bruxelles*, XXXVIII, 1925, p. 640-643.

Roudil. — La scoliose par malformation de L5. *Thèse de Bordeaux* 1926-1927.
— Le diagnostic de la scoliose par malformation de L5. *Arch. d'Elect. Méd. et de Physiol. du cancer*, n° 528, juil. 1927, p. 278-286.

Saidman. — Diagnostic et traitement des maladies de la colonne vertébrale. *G. Doin*, Editeur, Paris, 1948.
— Radiologie pratique, t. I, Monographie 3, p. 42-47.

Salmon et Contadies. — Traitement chirurgical du spondylolisthésis. *Rev. d'Orth.* t. 20, n° 3, mai-juin 1933.

Samson. — Syndrome douloureux de la 5me lombaire. *Union Méd. du Canada*, t. 67, n° 12, déc. 1938, 1267-1272.

Sarantis-Papadopoulos (A.). — La scoliose fixée guérit-elle ? *Rev. d'Orth.* 3 S, t. X, n° 1, janv. 1923, p. 35-46 et *Bibliographie annexée.*

Satanowsly. — Considérations générales sur 40 cas de scolioses. *La Semaine Béd. de Buenos-Aires*, nos 4-5-6, p. 197-305.

Savès. — Scoliose congénitale par une 2me hémivertèbre lombaire. *Rev. d'Orth.* 21, juil. 1934, p. 333-335.

Schinz et Toendury. — Les débuts de l'ossification vertébrale. *Forfschr. d. Röntg.* t. 66, fasc. 6, p. 253-289.

Schmorl. — Zur kenntis der wirbelkörpererepiphyse und der an ihre vorkommenden vertezungen. *Arch. f. Orth. Chir.* vol. 153, p. 35 et vol. 150, p. 420-422.

Schrader (E.). — La structure des disques intervertébraux dans ses rapports avec leurs fonctions. *Zeits. f. Orth. Chir.*, 2 mai 1940.

Sempé. — Sacrum anormaux, sacrolisthésis, lombarisation, sacrum basculé. *J. de Rad. et d'Elect.* n° 4, avr. 1937, p. 145-151.

Serra et Valtancoli (G.). — Ricerche statiche sopra 483 casi degli scoliosi. *Chir. di Org. di Movimento, Bologna*, 1917, p. 380-389.

De Sèze (S.). et Auquier (L.). — Etude de quelques problèmes physiopathologiques concernant les algies lombaires et lombo-sacrées d'origine statique. *Rev. du Rhum.* n° 9, sept. 1948, p. 276-286.

De Sèze (S.). et Colliez. — Sur les avantages d'une technique « ampoule dorsale-film ventral » pour les radiographies de face de la charnière lombo-sacrée en position debout. Intérêt de cette méthode pour l'étude des scolioses avec déséquilibre pelvien. *Rev. du Rhum.* n° 12, déc. 1947, p. 370-373.

— Technique « ampoule dorsale-film ventral » pour la radiographie de la charnière lombo-sacrée. *B. M. de la Soc. de Méd. des Hôp. de Paris*, 11 juil. 1947.

De Sèze (S.), Colliez et Momon. — Essai sur l'interprétation des radiographies de face de l'interligne lombo-sacré. *Rev. de Rhum.* n° 7, 1939, p. 741-766.

De Sèze (S.), Djian (A.) et Davaine (R.). — Etude radiologique de la statique et de la dynamique lombo-sacrée dans la station debout. *Rev. du Rhum.* n° 9, sept. 1948, p. 263-276.

De Sèze (S.), Djian (A.) et Jaffres. — Les déséquilibres lombaires et lombo-sacrés dans le plan transversal. Les scolioses lombaires. *Rev. du Rhum.* n° 9, sept. 1948, p. 286-291.

De Sèze (S.) et Durieu (J.). — Le spondylolisthésis. Etude clinique et radiologique d'après 70 observations personnelles. *Sem. des Hôp.* n° 24, 28 juin 1947, p. 1551-1578.

— Radiographie de 3/4 de L5. Technique de la double obliquité. *J. de Rad. et d'Elect.* t. 29, n°s 5-6, 1948, p. 228-230.

De Sèze (S.), Durieu (J.) et Djian (A.). — Diagnostic radiologique du spondylolisthésis et de la spondylolise. *Rev. du Rhum.* n° 4, avril 1947, p. 115-117.

De Sèze (S.), Guillaume (J.), Jurmand (S. H.), Arlet (J.). — Sur le spina bifida occulta douloureux. *Rev. du Rhum.* n° 12, déc 1947, p. 373.

De Sèze (S.)., Jurmand (S. H.) et Durieu (J.). — Les déséquilibres lombo-sacrés et lombaires dans le sens antéro-postérieur : hyperlordoses, spondylolisthésis, rétrolysthésis. *Rev. du Rhum.* n° 9,, sept. 1948, p. 291-304.

De Sèze (S.), Merle d'Aubigné et Durieu (J.). — Le traitement du spondylolisthésis compliqué de sciatique rebelle. *Rev. du Rhum.* n° 4, avr. 1947, p. 118-119.

De Sèze (S.) et Nemours Auguste. — Sur l'origine des douleurs sciatiques dans les sacralisations et lombalisations. Leur traitement. *Rev. du Rhum.*, fév. 1942.

De Sèze et Paley. — Sacralisation, lombalisation et douleurs lombo-sciatiques. La sacralisation douloureuse existe-t-elle ? *B. M. de la Soc. Méd. des Hôp. de Paris*, n°s 20-21, mai-juin 1943, p. 269-272.

De Sèze (S.) et Petit Dutaillis. — Sciatiques et lombalgies par hernie postérieure des disques intervertébraux. *Masson et Cie*, Editeurs.

De Sèze (S.) et Robin (J.). — Les conditions normales de l'équilibre dans la station verticale. *Rev. du Rhum.* n° 9, sept. 1948, p. 257-263.

De Sèze (S.) et Saloff. — Origine des douleurs dans la sacralisation douloureuse. *Rev. du Rhum.*, déc. 1947, p. 368-369.

Shain (J. H.). — Multiple congeni al deformities case. *J. de Péd.*, n° 3, déc. 1933, p. 870-879.

Shède. — La scoliose. *München Med. Wochenchr.* n° 26, 30 juin 1933.

Sichert (C.). — Beitrag zur lehre von kongenitalen skoliose. *Leipzig, Stüggart,* 1911, *Union* 48, p. 80.

Sidler (A.). — Beitrag zur kenntnis der familiâren skoliose. *Schweiz. Med. wechschr.* 68, 2 avr. 1938, p. 362-365.

Silverstein. — Congenital scoliosis. *M. C.* 139, 21 fév. 1934, p. 167-169.

Simonard (J.). — Physiologie et traitement des scolioses. *Le Scalpel,* n° 5, 31 janv. 1948, p. 103-110.

Sodishoriya et Belakian (N.). — Scoliosis due to congenital hedge shaped vertebrae. *Orth. Traum.* n° 6, 11, 1937, 86-90.

Solgard et Badelon. — Etudes anatomiques du spondylolisthésis de L5. Sur la sacralisation de la sixième, état révélé seulement dans la vieillesse. Cas. *Rev. d'Orth.* 25, janv. 1938, p. 42-51.

Sorrel. — Hémisacralisation de L5 et scoliose. *Rev. Méd. de l'Est,* 1er fév. 1934.

Staub (H.-A.). — Eine stolisti kerfamille. Eine beitrag zur frage der kongenitalen skoliose und der hereditat der skoliosen. *Orth. Chir. Stüggart,* XLIII, 1922-1923, p. 1-20.

Stewart. — Spondylolisthésis avec fissure de l'arc neural. *The J. of Bonne and Joint Surg.,* vol. 17, n° 3, juil. 1935.

Sutro, Pommeranz. — Analyse géométrique de la colonne vertébrale scoliotique. *The J. of Bone and Joint Surg.* n° 1, janv. 1924.

Sweeters (E.). — Malformations congénitales du rachis. *Arch. Fr.-Belg. de Chir., Bruxelles,* XXVIII, 1925, p. 150-156.

— Malformations du rachis. *Ann. de l'Inst. Chir. de Bruxelles,* XXVIII, 1925, p. 150-156.

— Malformations du rachis. *Ann. de l'Inst. Chir. de Bruxelles,* XXVII, 1926, p. 150-156.

Swynghedauw et Coll. — A propos de cinq observations de spondylolisthésis. *Lille Chir.* 2, n° 8, 1947, p. 107-108.

Tenenbaum (B.). — Contribution à l'étude du spondylolisthésis. *Thèse Toulouse,* 1947.

Del Porto (P.). — La scoliosi. *Giot. di Med. Prat.* 19 oct. 1937, p. 355-368.

Trèves (A.). — Scoliose par raccourcissement du membre inférieur et anomalie de L5. *B. de la Soc. de Péd. de Paris,* XIX, 1921, p. 122-125.

Trial (R.). — Les malformations rachidiennes congénitales. *La France Méd.* n° 6, juin 1947, p. 3-7.

Valtancoli (G.). — Encore un cas de scoliose congénitale. *Rev. d'Orth. Paris* 1911, 111, p. 525-529.

Van Dam (E.) et Steiner (F. J. F.). — Une déviation rare de la colonne vertébrale donnant à l'examen l'impression d'une spondylose rhizomélique. *Nederlandsch Tijdschrift voo Geneeskunde,* 91, 24, 14 juin 1947, p. 1546-1552.

— Scoliose des adolescents. *La Chir. en* 1948, in *Paris Méd.* n° 29, 7 août 1948, p. 352.

Van Haelst. — Une forme type de scoliose juvénile. *B. Soc. Belge d'Orth.* n° 5, 1935, et *Le Scalpel* du 12 oct. 1935.

Veckmans. — Un cas de malformation congénitale de la colonne vertébrale. *P. M. Belge, Bruxelles,* 1913, XIV, p. 267.

Vignard et Monod. — La scoliose par malformation lombaire primitive. *Lyon Chir.* 1909.

Ville. — La lombalisation de S1 et ses conséquences cliniques. *Thèse de Paris,* 1926.

Warner. — Studien zur pathologie des lombo-sakralgegietes. *Unfallheillhunde*, t. IV, fasc. 2, 1929.

Weil (M. P.) et Van Dam (E.). — Lombalisation, sacralisation, accentuation du processus normal de transition lombo-sacré. Notion d'hypertransition. *P. M.* n° 87, 31 oct. 1934.

— L'hypertransition douloureuse lombo-sacrée, étude clinique et thérapeutique. *P. M.*

Wierzejewski. — Congenital body changes. *J. Orth. Chir.* 50, 1928, p. 603-655.

Wolf (J.). — Some theorical considerations in construction of active scoliosis brace. *Am. J. Surg.*, mars 1938, p. 557-560.

Wunderlich (H.). — Beitrag zur heilung der skoliose. *München Med. Wechnschr.* 82, 25 avr. 1935, p. 677.

Zelter. — Le disque intervertébral et les scolioses douloureuses de l'enfance. *Thèse de Montpellier*, 1936.

Zimmern et Chavany. — Nécessité du double profil vertébral en spondylographie. *P. M.* n° 41, 23 mai 1934.

Zimmern, Laurent et Weil (M. P.). — Sacralisation de L5 et algies sciatiques. *P. M.* n° 65, 16 août 1922, p. 698.

Zoghbi (A.). — Les différents types morphologiques de la colonne vertébrale chez l'homme. *Thèse de Bordeaux* 1939-1940.

Zschan (H.). — Le spondylolisthésis et sa place dans les accidents. *Müunchen Med. Wochensch*, 85, 22 avr. 1938, p. 599-605.

TABLE DES MATIERES

A) *PREMIERE PARTIE (THESE)*

INTRODUCTION

CHAPITRE PREMIER :
Définition de la scoliose congénitale 23

CHAPITRE II :
Embryologie de la région lombo-sacrée 29

CHAPITRE III :
Anatomie et architecture osseuse du carrefour lombo-sacré 43

CHAPITRE IV :
Physiologie de l'articulation lombo-sacrée 63

CHAPITRE V :
Conduite de l'examen radiologique, et incidences à utiliser dans les scolioses d'origine lombo-sacrée .. 75

CHAPITRE VI :
Séméiologie radiologique de la région lombo-sacrée. Schéma radiologique de la scoliose 101

CONCLUSIONS.

B) *DEUXIEME PARTIE (DIPLOME D'ELECTRO-RADIOLOGIE)*

LES MALADIES DU CARREFOUR LOMBO-SACRE.